

УДК 658.012.011.56

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ В ИННОВАЦИОННОМ ИНЖЕНЕРНОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ: ЗАЩИТА ОТ РИСКОВ БИЗНЕС МОДЕЛЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Ульянов Сергей Викторович¹, Прайс Константин Викторович², Хендерсон Ли³

¹ *Доктор физико-математических наук, профессор;
ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,
Институт системного анализа и управления;
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;
e-mail: ulyanovsv@mail.ru.*

² *Аспирант;
ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,
Институт системного анализа и управления;
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;
e-mail: pko@c3g.ru.*

³ *PhD, патентоверенный ;
2040 Main Street, 14th Floor;
Irvine, КМОВ, СА 92614-3641 USA;
e-mail: lhenderson@kmob.com.*

Рассматриваются некоторые социотехнические проблемы развития интеллектуальной собственности и её роль в конкретной проблемно-ориентированной области инженерного менеджмента – высокой наукоёмкой информационной технологии проектирования робастных интегрированных интеллектуальных систем управления как объектов интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: интеллектуальный продукт, интеллектуальная собственность, инженерный менеджмент, бизнес программа, бизнес план, интегрированная интеллектуальная система управления.

INTELLECTUAL PROPERTY OBJECTS IN INNOVATION ENGINEERING MANAGEMENT: RISK PROTECTION OF BUSINESS MODELS OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS

Ulyanov Sergey¹, Prays Konstantin², Henderson Lee³

¹ *Doctor of Science in Physics and Mathematics, professor;
Dubna International University of Nature, Society, and Man,
Institute of system analysis and management;
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;
e-mail: ulyanovsv@mail.ru.*

² *Post-graduate student;
Dubna International University of Nature, Society, and Man,
Institute of system analysis and management;
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;
e-mail: pko@c3g.ru.*

³ *PhD, Attorney at Law;
2040 Main Street, 14th Floor;
Irvine, КМОВ, СА 92614-3641 USA;
e-mail: lhenderson@kmob.com.*

Some of the socio-technical problems of intellectual property evolution and its role in specific problem-oriented area of engineering management – high knowledge-based information technology of robust integrated intelligent control system's design as objects of intellectual property are considered.

Keywords: intelligent products, intellectual property, engineering management, business program, business plan, integrated intelligent control system

Введение

В последние годы в инновационном инженерном менеджменте интенсивно развивается новое направление – экономика знаний для создания экономически обоснованных возможностей формирования и разработки коммерчески привлекательных интеллектуальных продуктов (ИП) как объектов интеллектуальной собственности (ОИС).

Отличительными особенностями данного направления являются следующие факторы:

1. необходимость исследования рынка ИП;
2. проведение анализа и синтеза его развития с точки зрения социотехнических потребностей;
3. долгосрочный прогноз развития прогресса в науке и технике;
4. создание объективных возможностей формирования и защиты ОИС на результаты научных открытий, достижений при проведении НИР и ОКР на разработку наукоемких ИП.

Поиск решения данной проблемы тесно связан с задачей создания и защиты интеллектуальной собственности (ИС) на разрабатываемый ОИС для минимизации риска потери разработанного ИП.

Особую трудность в решении указанной проблемы вызывает создание ОИС, обладающего научно обоснованной новизной и патентоспособностью, и выбор способов его защиты. В частности, такая проблема существует для малых инновационных предприятий (МИП), создающих коммерчески привлекательные ОИС для большого бизнеса в области инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях, для совместного выхода и устойчивого функционирования на конкурентном рынке ИП за счет объективно признанной монополии нового разработанного ОИС в академической среде. Подчеркнем, что одной из особенностей работы МИП в области инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях, является разработка наукоемкого ИП, который позволяет МИП быть гарантированно конкурентно способным, но который в силу новизны относится часто к классу трудно патентуемых ОИС. Примером трудно патентуемых ОИС являются законы, алгоритмы, программные продукты, структуры и др. Однако именно указанные ИП являются наукоёмкими, так как часто используют достижения фундаментальных наук, обладают научной новизной, но в силу наличия объективных трудностей в доказательстве наличия технического эффекта относятся к классу трудно патентуемых ОИС [1]. В свою очередь, из-за отсутствия защиты ИС на ИП, уровень пиратства и промышленного шпионажа на ОИС в области высоких информационных технологий достиг в начале 21-го века наивысшей точки и представляет собой социально-техническую среду игроков интеллектуального бизнеса с антагонистическими интересами [2]. При этом финансовые потери мировых компаний из-за пиратства достигают огромных размеров [3 – 5], но при наличии ИС приводят через судебные иски к успешному возмещению убытков (см. таблицу 1).

Таблица 1: Возмещение убытков судебными исками за нарушение авторского права

Дело	Сумма возмещения (долл. США)
<i>Polaroid v. Eastman Kodak (1991)</i>	873.000.000
<i>Haworth v. Stellcase (1996)</i>	211.000.000
<i>Smith International v. Hughes Tool (1986)</i>	205.000.000
<i>3M v. Johnson & Johnson Orthopaedics (1992)</i>	117.000.000
<i>Fonar v. General Electric (1997)</i>	103.000.000
<i>Stryker v. Intermedics Orthopedics (1996)</i>	73.000.000
<i>Mobil Oil v. Amoco Chemicals (1994)</i>	48.000.000
<i>Shiley v. Bentley Laboratories (1985)</i>	45.000.000
<i>Schneider v. SciMed Life Systems (1994)</i>	45.000.000

На рис. 1 представлены оценки убытков в результате пиратства в России (млн. долл. США) (по данным экспертной оценки).

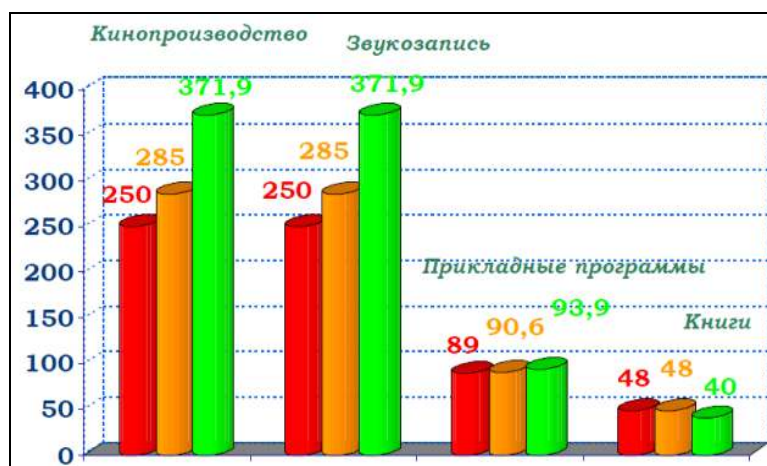


Рис. 1. Оценка убытков в результате пиратства в России (млн. долл. США)

Поэтому, процесс формирования, создания и защиты ИС в области инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях, принимает в 21-м веке особую важность и значение, особенно в области информационных технологий [6 – 9]. Данный факт и его роль для МИП и инновационных предприятий среднего бизнеса в области высоких информационных технологий отмечены также в [10 – 13].

При этом с точки зрения инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях, ОИС и соответствующее «know-how» рассматриваются в качестве основы для устойчивой коммерческой реализации информационных технологий, созданных на основе ИП в области высоких технологий высокого уровня [14 – 20]. Однако отсутствие четко сформулированного социально-экономического закона управления в области инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях, приводит к нечеткому пониманию механизма формирования коммерчески привлекательного ИП как ОИС [21, 22], особенно при формировании и разделении авторских прав на ИС в международных проектах [23 – 29].

Цель работы. В данной работе необходимый механизм формирования коммерчески привлекательного ИП как ОИС описывается в терминах и определениях общей теории управления. С этой целью разработана структура интеллектуальной системы управления (ИСУ), использующая физический принцип реализуемости двухканальной инвариантности управления Б.Н. Петрова [30]. Такая структура позволяет управлять процессом создания ИС в зависимости от форм конкурентоспособности разработанных ИП и изменений на рынке.

Методология исследования. В терминах общей теории управления в процессе формирования базовой стратегии и тактики в области инженерного менеджмента особую роль играет бизнес-программа (Б-программа) и с ней согласованный бизнес-план (Б-план). Согласно интерпретации физической реализации условий управляемости, ИП в области высоких технологий можно рассматривать как расширенный традиционный регулятор. Блок ОИС совместно с ИС на ИП может рассматриваться как нечеткий интеллектуальный контроллер, имеющий базу знаний (БЗ) и позволяющий осуществлять оптимальное управление передаточной функцией блока ИП. Первый канал управления является аналогом глобальной отрицательной связи и с его помощью осуществляется сбор информации о состоянии рынка ИП и реализуется корректировка Б-программы на основе текущего и долгосрочного планирования. При этом используется локальная обратная связь для извлечения информации о выполнении пунктов Б-плана. Второй канал формирует глобальную интеллектуальную обратную связь (ГИОС), с помощью которой осуществляется извлечение и формирование информации для принятия решения о разработке, корректировке и защите ОИС. Совместно оба канала обеспечивают условия физической реализуемости инвариантности и самоорганизацию разработки коммерчески привлекательного ОИС в условиях риска и непредвиденных ситуаций на динамически изменяющемся рынке ИП.

Практическое применение. Примером практического применения разработанного механизма формирования и защиты ОИС в области высоких информационных технологий являются соответствующие технологии проектирования структур самоорганизующихся ИСУ на основе новых видов интеллектуальных вычислений, таких как квантовые мягкие вычисления и т.п. Такие ОИС являются предметом обсуждения в данной работе. В частности, в статье рассматриваются физические законы интеллектуального управления, квантовые алгоритмы, виды интеллектуальных вычислений, программные продукты и т.п. как коммерчески привлекательные ОИС, обладающие научной новизной и патентной способностью за счет строго доказуемого наличия «потенциального технического эффекта»¹.

1. Проблемы создания ИС на интеллектуальный продукт

Всемирная Организация Интеллектуальной Собственности (ВОИС) сделала следующий важный вывод: От 90% до 95% всемирных изобретений сформулированы в патентных документах [31]. Дополнительно, Европейский Патентный Офис (ЕПО) также раскрыл, что «патенты показывают множество решений технических проблем, и они представляют неиссякаемый источник информации: более 80% технических знаний человечества описаны в патентной литературе». Патенты являются важным информационным источником для формирования процесса создания интеллектуальных технологий, которые компании-производители могут использовать для достижения своих стратегических целей [32, 33] и преодоления конкуренции на рынке ИП [34, 35]. В этом случае альянс сотрудничества «Университет – МИП – компания-производитель» является наиболее гибким и эффективным для реализации наукоемкого ИП с соответствующим уровнем защиты ОИС [36 – 40].

Рис. 2 иллюстрирует роль знаний и информации в инновационном инженерном менеджменте, основанном на знаниях и их влияние на эволюцию бизнеса.

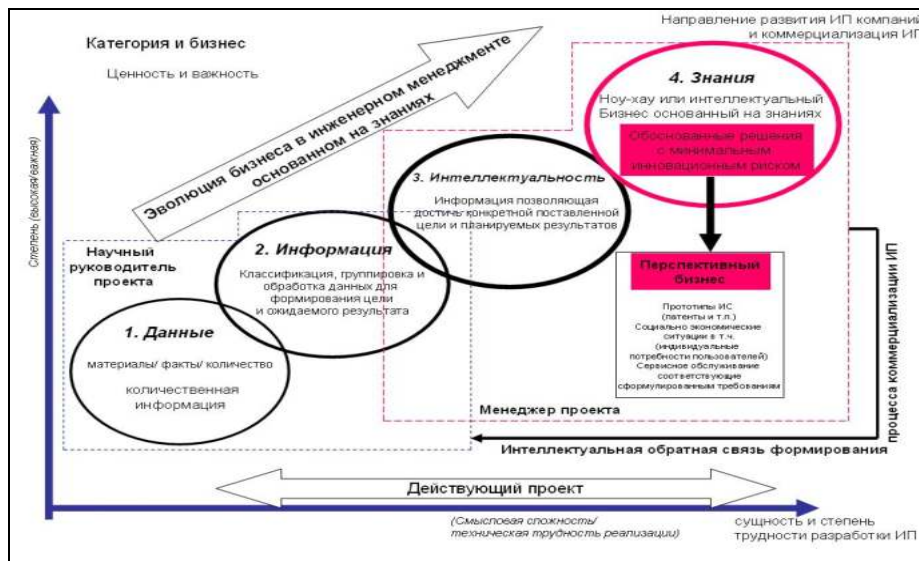


Рис. 2. Эволюция инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях

Однако в этом случае указанные альянсы сотрудничества встречаются с серьёзными практическими и теоретическими трудностями при создании ИС на такие наукоёмкие ИП как алгоритмическое или программное обеспечение для инструментальной поддержки разработанных высоких наукоёмких информационных технологий, например, в области создания нано- и биотехнологий, использующие новые результаты фундаментальных наук [11, 13, 24, 41, 42]. В процессе создания ИП особенно актуальным становится создание и правовой охраны ИС как на всю технологию в целом, так и на отдельные фрагменты [6, 7, 10, 12, 14, 16, 18, 23, 43, 44]. Анализ показал, что существует более

¹ Используется 17-летний опыт работы авторов (С.В. Ульянов и Л. Хендерсон) по формированию и защите таких трудно патентуемых ОИС в области разработки алгоритмической и программно-аппаратной поддержки интеллектуальных вычислений, ИСУ робототехническими комплексами и изделий мехатроники.

глубокое проникновение новых идей и решений, полученных в области фундаментальной и прикладной науки, в развитии технологии и бизнес-стратегии, которые используются МИП для формирования патентных портфелей [45 – 50].

Ведущие компании развитых стран (особенно в США, Японии, Великобритании, Канаде, Германии, Франции, Италии, Голландии, России т.д.) концентрируют по этой причине основное внимание на важных проблемах создания высокотехнологичного ИП.

В частности, рассматриваются следующие (важные по приоритету) проблемы: 1) создание фундаментального интеллектуального базиса (материального и нематериального активов, человеческого капитала) для разработки информационной технологии; 2) формирование гибкой структуры технологии, базирующейся на развитии и достижениях в смежных областях науки и технике (типа технологий информатики, программно-аппаратной поддержки процессов проектирования и промышленных процессов производства и т.д.); и 3) создание программно-аппаратной поддержки для соответствующей промышленной и информационной сред.

Следует подчеркнуть, что жизненный цикл создания высокой информационной технологии составляет от 5 до 8 лет. Поэтому для разработки и применения высоких информационных технологий необходимы рискованные инвестиции капитала (по крайней мере, в течение 5 – 10 лет) [51, 52]. Практика показала, что лучшим методом защиты является создание ИС на всех стадиях разработки ИП:

- на этапе создания оригинального решения на разработку закона, метода и способа решения, алгоритма, программного продукта, структуры и т.п.;
- на этапе планирования эксперимента и разработки конструкторской документации;
- на этапе разработки макетного, экспериментального и промышленного образцов;
- на этапе технологической оснастки производства и контроля продукции и т.п.

Однако при создании ИС на новые наукоёмкие ИП возникают трудности при интерпретации патентоспособности в рамках существующего законодательства.

Примечание 1. Анализ данных предложений и существующий мировой практический опыт в создании ИС на ИП показал, что эффективность процесса формирования ИС зависит от степени развития научно-технического прогресса в проблемно-ориентированной области. Выбор типа юридической защиты ИС на ИП зависит от научно-технических основ, развитых в этих деловых областях, и уровня знаний экспертов, оценивающих новизну и патентоспособность созданного ИП². Одним из примеров может служить сложившаяся в 2000г. парадоксальная ситуация в США. Из-за низкой квалификации экспертов Патентного Бюро США компаниям-заявителям не было выдано ни одного патента на поданные заявки в нанотехнологиях. В результате, после анализа причин сложившейся ситуации президент Б. Клинтон вынужден был подписать распоряжение о переобучении и повышении квалификации экспертов Патентного Бюро, действия которых тормозило успешное выполнение национального проекта и развитие промышленности из-за неквалифицированной экспертизы новых результатов в области нанотехнологий. Аналогичная ситуация была обнаружена в Японии, когда в Патентном Бюро к 1999г. не оказалось ни одного эксперта с ученой степенью.

В статье рассматриваются некоторые социотехнические проблемы формирования ИС в конкретной проблемно-ориентированной области: *высокой наукоёмкой информационной технологии проектирования робастных ИСУ* [56].

2. Принципы и технология формирования ИС на наукоёмкий ИП

Как отмечалось во введении, разработанный в МИП наукоёмкий ИП является основой для формирования и разработки коммерческих/некоммерческих Б-программ и Б-планов. С точки зрения теории управления, процесс формирования ИС может рассматриваться как форма и инструментарий установления взаимоотношений между наукоёмким ИП и указанными выше структурами Б-программ и Б-планов. Традиционным для инженерного менеджмента в этом случае является максимально ус-

² Из-за отсутствия реального практического опыта формирования ОИС в отечественной литературе приводятся рекомендации общего характера для его разработки как коммерчески привлекательного ИП. В результате, большое внимание уделяется оценке ИС, а не механизму формирования и защиты ОИС [53 – 55].

пешное достижение поставленной цели компанией-производителем ИП на рынке сбыта с минимальным риском потери ИС на разработанный ИП.

С точки зрения теории и систем управления такая задача может рассматриваться как игровая задача оптимального управления сложной динамической социотехнической системой в антагонистических условиях, неопределённости исходной информации о результатах разрабатываемого ИП, нечёткости целей компании производителя на рынке сбыта и слабо формализованного описания приоритетных факторов самого рынка сбыта [30, 57 – 62].

Таким образом, *Б*-план и рынок сбыта ИП могут рассматриваться с точки зрения теории управления как две взаимодополняющие компоненты единого ОУ. Тогда в условиях данной физической интерпретации, наукоёмкий ИП может рассматриваться как традиционный регулятор, вырабатывающий управляющий сигнал на *Б*-план, составляющим совместно с рынком сбыта единый обобщённый ОУ. Сам *Б*-план вырабатывает в свою очередь управляющий сигнал на рынок сбыта.

Следовательно, система «ИП – (*Б*-план – Рынок сбыта как ОУ)» является замкнутой через отрицательную обратную связь на поставленную компанией-производителем цель управления. Наличие отрицательной обратной связи позволяет проектировать требуемый уровень динамической устойчивости ОУ в виде максимального приближения результата деятельности на рынке к поставленной задаче, т.е. минимума ошибки управления [30]. Коррекция *Б*-плана осуществляется через текущее и долгосрочное планирование поставленных целей.

В данном случае взаимоотношения и управление между перечисленными блоками могут быть описаны с помощью структуры ИСУ, показанной на рис. 3.

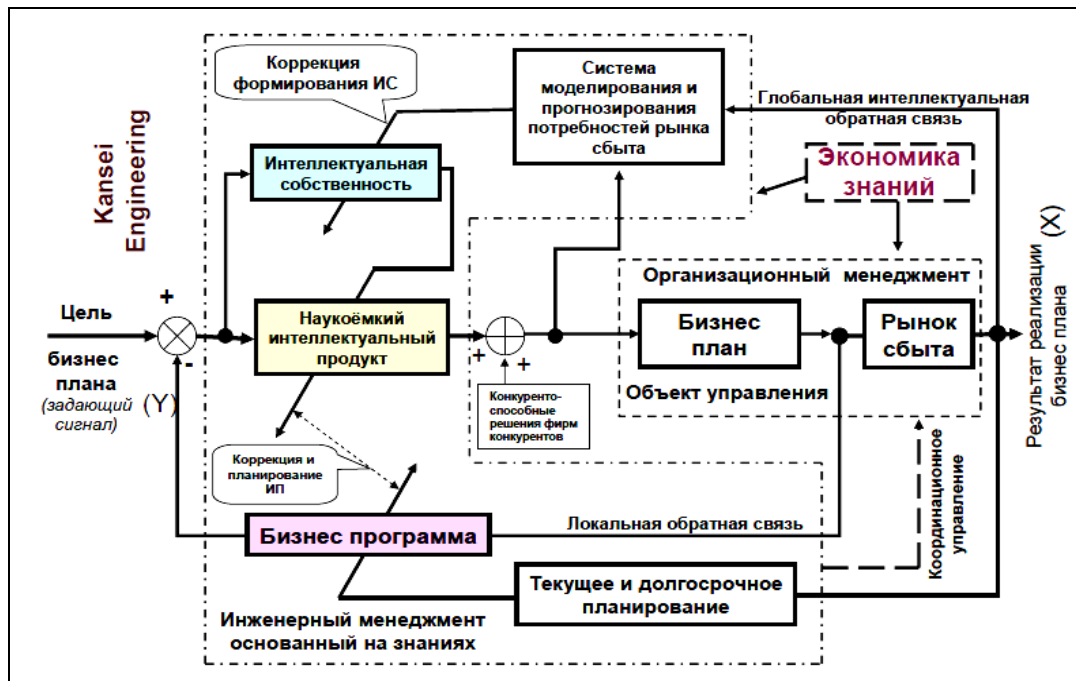


Рис. 3. Интеллектуальная система управления процессами формирования ИП

При разработке структуры ИСУ учитывалась возможность глобальной интеллектуальной обратной связи (ГИОС) извлекать, обрабатывать и формировать знания о поведении рынка ИП и корректировать *Б*-программы и *Б*-планов за счет разработки ОИС и соответствующей ИС. Такой подход позволяет ввести принцип самоорганизации и обеспечить робастность ИСУ. Согласно рис. 3, ИСУ обладает двухуровневой иерархической структурой³. Взаимоотношения между уровнями осуществ-

³ Структура ИСУ на рис. 3, была разработана совместно с С.С. Ульяновым и использована в [63]. В данной работе основное внимание, в отличие от [63], уделено детализации вопросов управления формированием и защитой ИС с использованием конкретных примеров ОИС, разработанных одним из авторов (С.В. Ульянов).

ляется с помощью коррекции ИС на разработанный (или разрабатываемый) ИП. Рассмотрим уровни управления ИП.

2.1. Структурный анализ ИСУ формированием и защитой ОИС

Предположим с точки зрения теории систем управления, что блоки ИП, B -плана, рынка сбыта и B -программы имеют передаточные функции $\Phi_{ИП}$, $\Phi_{БПл}$, $\Phi_{РС}$, $\Phi_{БПр}$ соответственно. Используя законы теории управления нетрудно показать, что имеет место строгое аналитическое взаимоотношение между результатом реализации B -плана на рынке сбыта X (как компоненты обобщенного ОУ) и целями управления Y , поставленных компанией-производителем. В данном случае, отмеченные факторы связаны через передаточные функции $\Phi_{ИП}$, $\Phi_{БПл}$, $\Phi_{РС}$, $\Phi_{БПр}$ следующим взаимоотношением:

$$X = \frac{1}{\underbrace{1 + \Phi_{ИП}(i\omega)\Phi_{БПл}(i\omega)\Phi_{РС}(i\omega)\Phi_{БПр}(i\omega)}_{\text{Устойчивость}}} \cdot \underbrace{\Phi_{ИП}(i\omega)\Phi_{БПл}(i\omega)\Phi_{РС}(i\omega)\Phi_{БПр}(i\omega)}_{\text{Управляемость}} \cdot Y,$$

где X – результат реализации B -плана, Y – цель управления. Из приведенного взаимоотношения видно, что при фиксированных передаточных функциях рынка сбыта, B -плана и B -программы ошибка управления (определяемая как разница между поставленной целью управления и результатом рынка сбыта) может быть скомпенсирована только за счёт оптимального управления изменением параметров передаточной функции производимого наукоёмкого ИП.

Для того чтобы оптимально управлять изменением параметров ИП необходимо, как отмечалось, иметь в структуре системы управления ГИОС, позволяющую извлекать, обрабатывать и формировать знания о текущем и перспективном состоянии рынка сбыта [64]. С точки зрения теории управления, в этом случае блок ИС может рассматриваться как интеллектуальный регулятор, обладающий БЗ (сформированной за счёт введения ГИОС) и позволяющий осуществлять оптимальное управление коэффициентами усиления передаточной функции блока ИП. Отметим, что первый канал глобальной отрицательной обратной связи осуществляет коррекцию разработанной B -программы и рассматривается с точки зрения теории управления как канал измерения текущего состояния рынка сбыта.

Следовательно, имея двухканальную ИСУ можно достигнуть инвариантного управления рынком сбыта при большом диапазоне изменения параметров блока B -плана (рынка сбыта) и уровне помех от конкурентоспособных фирм-производителей (физический принцип двухканальной инвариантности управления Б.Н.Петрова [30]).

Примечание 2. В данной статье рассматривается взаимосвязь между блоками ИП и ИС, а также их роли влияния при формировании B -плана и B -программы с точки зрения инновационного инженерного менеджмента, основанного на знаниях. Завершенные результаты исследования и разработки B -программы являются основой и стартовой позицией для выполнения B -плана. Согласно структурной схеме ИСУ, представленной на рис. 3, с физической точки зрения в данной структуре осуществляется принцип двукратной инвариантности управления [30].

Используемый принцип двукратной инвариантности означает следующее. По первому каналу управления осуществляется моделирование необходимых условий формирования ИС и одновременно проверяется необходимое условие юридической защиты ИС на разработанный ИП (при фиксированных потребностях рынка сбыта). Второй канал управления (ГИОС) осуществляет проверку выполнения достаточных условий на разработку ИС (в рамках разработанной B -плана) при имеющейся текущей информации о реальном состоянии рынка сбыта. Таким образом, существование двух (информационно согласованных) каналов управления гарантирует необходимые и достаточные условия для формирования и управления рынком сбыта в рамках разработанных B -программы и B -плана.

2.2. Технологический процесс формирования и способы юридической защиты ИС на ИП

Инженерный менеджмент, основанный на знаниях, структурно опирается на предметную область с соответствующей проблемно-ориентированной базой знаний. Отметим, что полнота базы

знаний и уровень достоверности знаний определяется состоянием достижений в данной проблемно-ориентированной области и представляет собой по своей сути субъективную форму представления знаний научного сообщества [18, 19].

Примечание 3. Данный факт имеет особое значение при оценке новизны и патентоспособности ОИС и часто влияет на результат экспертизы. Так, например, в известном историческом примере (приведенном в первом томе Бурбаки Н. Теория множеств) при обсуждении понятия достоверности и доказуемости отмечен следующий курьезный факт. Гегель в своей диссертации по теологии строго доказал возможность существования только восьми планет в Солнечной системе, опираясь на существующие к тому времени знания и наблюдения. Однако спустя полгода после защиты была открыта девятая планета. Возможность существования графена категорически отрицал лауреат Нобелевской премии Л. Ландау. Но в 2010г. присуждена Нобелевская премия за демонстрацию графена, а один из лауреатов в назидание предложил (в устном интервью российскому каналу ТВ) использовать весомые девять томов Ландау и Лифшица по теоретической физике в качестве пресса на пленку для отрыва от поверхности графена.

На рис. 4 показаны и раскрыты фазы формирования ИП и защиты ОИС для предметной области.

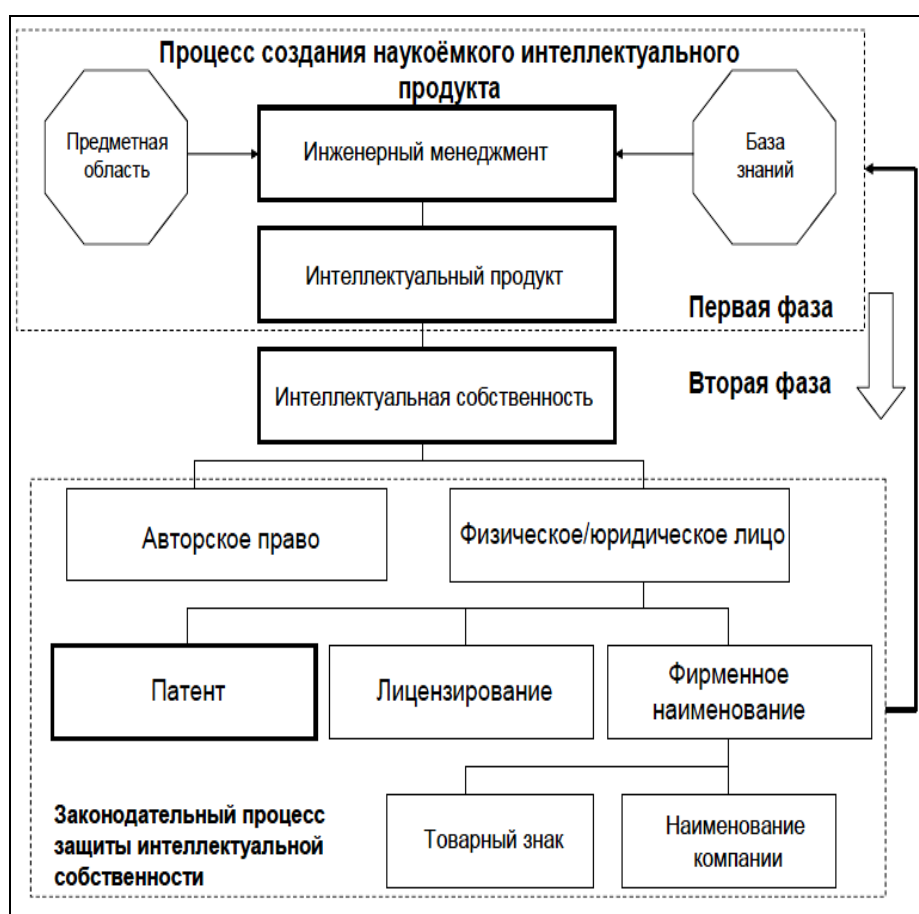


Рис. 4. Фазы формирования и защиты ИС на ОИС

Технологический процесс формирования и защиты ОИС разделяется на две взаимосвязанные фазы: 1) процесс создания наукоёмкого ИП как ОИС; и 2) формирование и защита ИС на разработанный ОИС. На первую фазу оказывает существенное влияние состояние и развитие рынка ИП. Вторая фаза зависит от опыта и знаний юриста-патентоведа, представляющего интересы заявителя, и уровня экспертизы патентного бюро. Данные аспекты рассмотрены на конкретных примерах ниже.

На рис. 5 показан обобщенный технологический процесс формирования и способы юридической защиты ИС на ИП, применяемые при выполнении второй фазы разработанной Б-программы. В этом случае формы ИС на ИП зависят от результатов применения технологии формирования ИП, а также способов и методов защиты ИС в рамках действующего законодательства. В результате формы ИС на ИП отражаются в этапах реализации Б-программы и Б-плана.

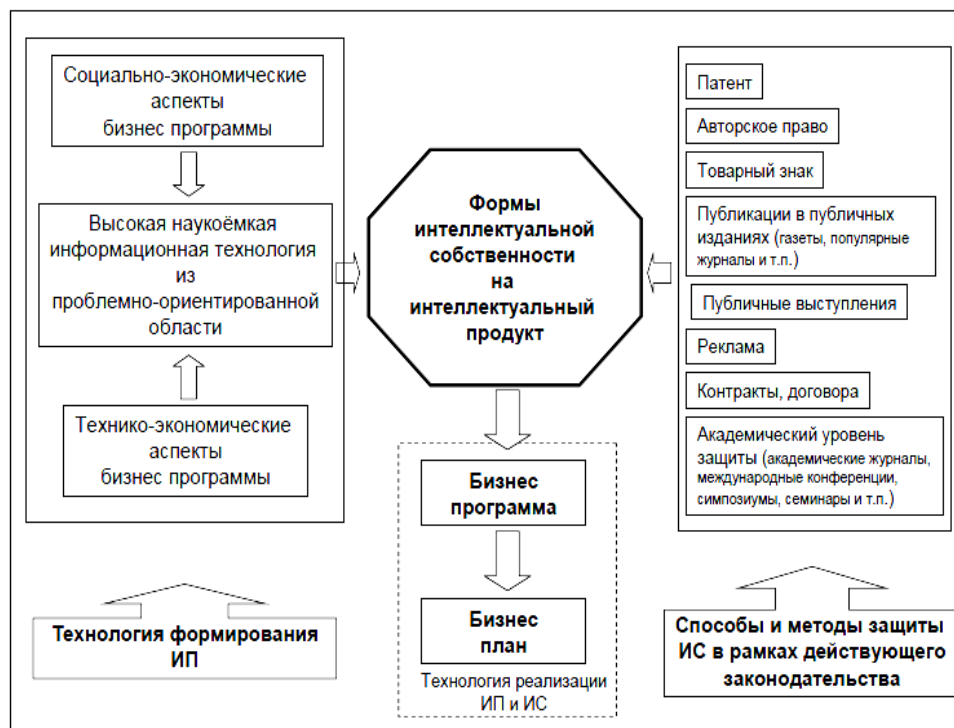


Рис. 5. Технологический процесс формирования и способы юридической защиты ИС на ИП

На рис. 6, в качестве конкретного примера реализации обобщенной структуры на рис. 5, отражены основные компоненты технологического процесса формирования ИП в виде ИСУ как ОИС и способы юридической защиты его ИС как на структуру, так и на её отдельные фрагменты.



Рис. 6. Технологический процесс формирования ИС на ИП в виде структуры информационной технологии проектирования робастных ИИСУ

Структура ИСУ, рассматриваемая как ОИС в технологическом процессе на рис. 5, приведена на рис. 7.

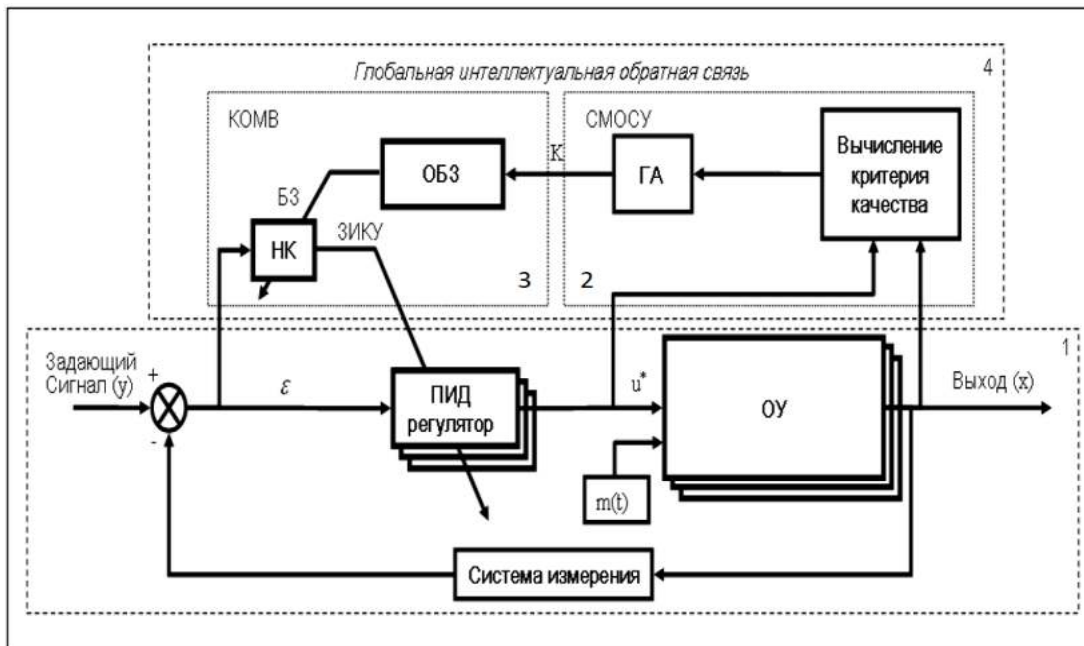


Рис. 7,а

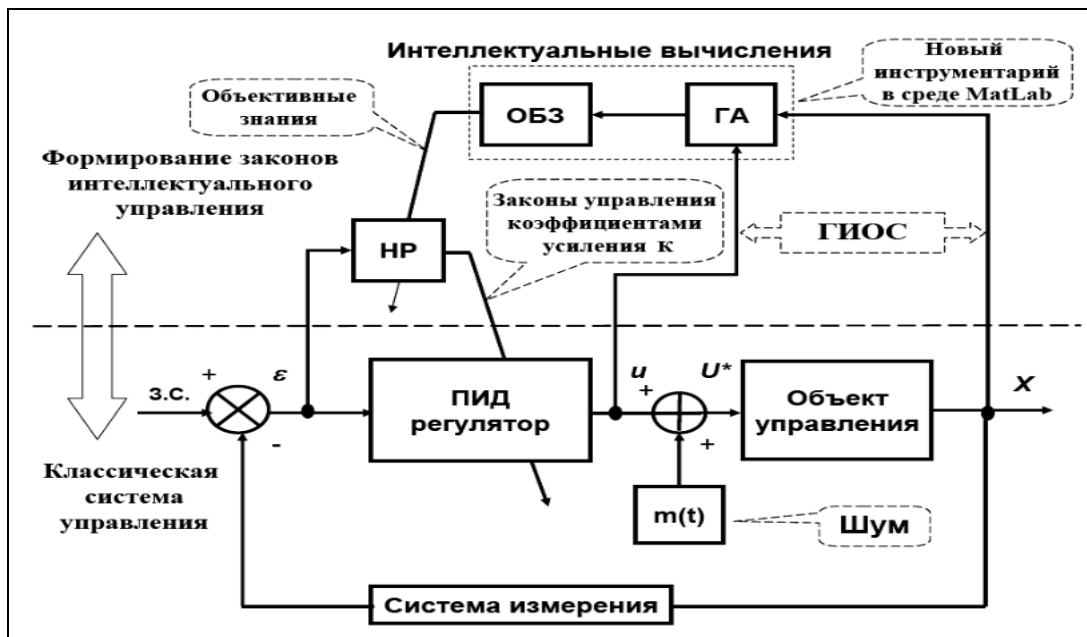


Рис. 7,б

Рис. 7. Структура интеллектуальной системы управления основанной на мягких вычислениях

На рис. 7 а, б показаны также ОИС в виде ГИОС, модель генетического алгоритма (ГА), модель ОБЗ на мягких вычислениях, модель ОУ, способ задания и вычисления критерия качества управления, рассмотренные на конкретных примерах ниже.

Согласно рис. 5 и 6, отметим, что разработка ИП, создание ОИС на ИП и формирование ИС используют следующие способы защиты: 1) в виде патентов; 2) торговых марок; 3) авторских прав; 4) публикаций в научных изданиях и журналах; 5) выступлений на международных конференциях (с правом организации специализированной секции по данной тематике); 6) авторского надзора. Данные способы защиты ИС рассмотрены ниже на конкретных примерах. Отметим практические особенности процесса формирования ИП как ОИС.

2.3. Технологический процесс формирования ИП как ОИС

Для обоснования новизны и патентоспособности⁴ ИП обсудим кратко содержательную часть проблемы формирования ИП как коммерчески привлекательного продукта в виде структуры робастной ИСУ и её блоков. Рассмотрим примеры выделения объективных признаков, по которым ИП можно определять как ОИС.

Эффективное решение актуальной проблемы обеспечения устойчивого функционирования ОУ в условиях неопределенности и сохранения робастности ИСУ можно рассматривать с точки зрения реализации соответствующих интеллектуальной алгоритмической и программной поддержек процессов управления. Так с алгоритмической точки зрения в используемом алгоритме достижения цели управления выполняются следующие необходимые и достаточные (в общем случае антагонистические) условия [64]: 1) минимум исходной информации о внешней среде (или о возмущении, действующего на ОУ); 2) минимальный расход (минимальные потери) обобщенного полезного ресурса в ОУ и ИСУ.

Следовательно, разработка корректного алгоритма проектирования робастности ИСУ является одной из актуальных задач современной теории и систем управления; одновременно данная проблема относится к сложной и слабо исследованной области разработки ИСУ, способных эффективно и надежно функционировать в условиях риска и непредвиденных ситуаций управления. Поэтому метод проектирования робастных ИСУ, алгоритм и сама структура ИСУ обладают новизной и патентоспособностью, и могут рассматриваться как ОИС. Основной особенностью структуры технологического процесса создания ИП является разработка оптимизаторов баз знаний (ОБЗ) на основе мягких и квантовых интеллектуальных вычислений за счет использования нового вида глобальной интеллектуальной обратной связи (ГИОС) и принципа не разрушения нижнего уровня САУ [56, 64].

Этот подход реализован в разработанной структуре ИСУ (см. рис. 7) в соответствии с общими идеями реализации мягких и квантовых вычислений в технических, бизнес и экономических системах. В частности, на рис. 7 показан конкретный пример спроектированных робастных структур ИСУ с использованием ГИОС и ОБЗ на мягких вычислениях. В этом случае ГИОС позволяет объективно извлекать БЗ из поведения ОУ и регулятора без привлечения субъективных знаний эксперта.

Программный продукт, реализующий данный алгоритм в виде ОБЗ на мягких вычислениях, и сам алгоритм встроены в структуру и соответствующие блоки ИСУ. В результате структура ИСУ содержит универсальный алгоритм проектирования робастного управления, который производит новый технический эффект в виде повышения робастности нижнего (исполнительного) уровня управления. Технология проектирования программного обеспечения (без изменения главной структуры и аппаратной поддержки ИСУ) позволяет повысить эффективность работы аппаратной части и поддерживает эффективную функциональность оптимизатора БЗ.

Следовательно, процесс создания и формирования ИП, на который целесообразно создать и защитить ИС с точки зрения разработанной Б-программы можно разбить на три взаимосвязанных этапа:

- создание и формирование ИС на оригинальные решения формирования робастных структур ИСУ и её составляющие блоки;
- создание и формирование ИС на оригинальные решения в структуре информационной технологии проектирования робастных БЗ, приводящих к существенному техническому эффекту;
- разработка инструментария программной и аппаратной поддержки интеллектуальных вычислений и процессов проектирования робастных структур ИСУ и БЗ.

В задачах управления достижение цели управления в условиях риска и непредвиденных (или нештатных) ситуаций управления достигается за счет поддержки свойства робастности функционирования сложного слабо структурированного ОУ с применением гибких структур ИСУ и новых видов интеллектуальных вычислений.

На рис. 8 показаны виды наукоемких ИП в виде интеллектуальных вычислений, используемых при разработке робастных ИСУ.

⁴ Используется терминология, следуя Корчагин А.Л., Тальянский В.Б., Полищук Е.П. и др. Интеллектуальная собственность: словарь-справочник. – М.: ИНФРА-М. – 1995.



Рис. 8. Виды наукоёмких ИП, используемых при разработке робастных ИСУ

Необходимо подчеркнуть, что решение на рис. 6, иллюстрирует (как на уровне структуры, так и на уровне блоков) возможный ИП как объединение структуры ИСУ, технологии проектирования робастных БЗ, принципов самоорганизации управления и типов интеллектуальных вычислений [64]. Рассмотрим формы и пути защиты ИС на разработанный ОИС.

2.4. Особенности защиты ОИС в виде наукоёмких ИП

Практика подтвердила, что унифицированная универсальная структура робастной ИСУ является ИП, на который необходимо создать ИС и осуществить ее юридическую защиту. В частности, в данной части статьи последовательно рассмотрен способ формирования ИС на информационную технологию проектирования робастных структур ИСУ, блоки которой составляют наукоёмкие ИП.

В соответствии с общим определением ИП, в процессах формирования и проектирования робастных структур ИСУ можно дать (для первого этапа указанного на рис. 6) определение ИП в следующем виде: 1) оригинальность универсального структурного решения ИСУ; 2) оригинальные научные и технические решения в отдельных блоках структуры ИСУ, представляющие собой самостоятельный ИП; 3) метод формирования и способ проектирования робастных структур ИСУ на основе новых методов интеллектуальных вычислений и моделирования. Перечисленные пункты включают новые технические эффекты [65 – 77].

Основой разработки высокого уровня технологии, как отмечалось, является высокая информационная технологичность ИП, опирающегося на собственно разработанные оригинальные решения в области математики (алгоритмы, программы), физики (квантовые вычисления), биофизики (ДНК-вычисления), нелинейной термодинамики, нелинейной механики, теории и систем управления и т.п. Современные технологии проектирования, основанные на высокотехнологичных ИП, содержат ценную информацию и результаты, заимствованные или вновь разработанные во многих областях науки и технике в концентрированном виде. Создание технологий представляет собой длительный творческий процесс. Кроме того, общие законы, описывающие формирование ИП, также сопровождаются множеством слабо формализуемых факторов, вытекающих из конкретных прикладных проблемно-ориентированных областей. Одним из примеров является разработка информационных технологий проектирования робастных ИСУ.

2.5. Особенности развития ИС на ИП в области высоких информационных технологий

Проведенные исследования [56, 64] показывают, что ИСУ имеет следующие особенности и преимущества: 1) содержит и усиливает основные качественные преимущества традиционных систем управления с отрицательной обратной связью типа устойчивости, управляемости, наблюдаемости и т.д., которые составляют научную базу для технологии проектирования ИСУ; 2) имеет оптимальную БЗ (с точки зрения данного критерия качества управления), а принцип не разрушения нижнего уровня управления (классический ПИД-регулятор) также включает возможность корректировки, обучения и адаптации к ситуации управления в условиях неопределённости информации; 3) гарантирует достижение требуемого уровня робастности управления за счёт разработанной БЗ; 4) является открытой иерархической системой и позволяет вводить дополнительные критерии качества управления и требуемые ограничения на качественные характеристики процессов управления.

Внесенные в список особенности технологии проектирования ИСУ характеризуют данную технологию как первый высокий уровень отмеченной иерархии и показывают, что он имеет элементы существенной новизны (как на отдельные компоненты, так и на структурном уровне в целом). Поскольку основой разработки высокого уровня технологии является высокая информационная технологичность ИП, разработанного в области математики (алгоритмы, программы), физики (квантовые вычисления), биофизики (ДНК-вычисления) и т.д., то в этом случае необходимо описать научные и технические особенности процесса проектирования робастных структур ИСУ и выделить ОИС. Рассмотрим особенности формирования информационных технологий как обобщенный ИП, содержащий фрагменты и отдельные независимые ИС. Одним из существенных особенностей новизны ИП является возможность его патентования, которая влечет за собой необходимость защиты ОИС. В качестве примера опишем процесс создания ИС на ИСУ в области высоких информационных технологий с определенными техническими и научными особенностями.

3. Примеры реализации технологии формирования и юридической защиты ИС на этап процесса проектирования ИИСУ

Научно-технические основы решения конкретной прикладной проблемы для современной теории управления – проектирование робастной БЗ для ИСУ, были рассмотрены в [24, 56, 64]. Основная проблема заключается в оптимизации процесса проектирования робастных БЗ. Процесс извлечения, обработки, и формирования знаний представляет одну из центральных и сложных проблем теории искусственного интеллекта. Эксперт, в процессе проектирования БЗ для ИСУ, передаёт собственные субъективные знания в БЗ и, следовательно, возникает проблема объективизации БЗ.

С появлением новых математических методов вычислений типа мягких вычислений (основанных на генетических алгоритмах (ГА) и нейронных сетях), квантовых и квантовых мягких вычислениях, возникла возможность формализовать и оптимизировать объективный процесс извлечения БЗ, обрабатывая и формируя БЗ, независимую от субъективных знаний эксперта. Возникает следующий вопрос:

Как создать и защитить ИС для такого класса ИП?

Для этой цели, прежде всего, необходимо выделить и обозначить типы новизны в ИП. Рассмотрим ряд примеров, поясняющих возможность выявления признаков патентоспособности трудно патентуемых ИП за счет доказуемости наличия технического эффекта.

3.1. Примеры особенностей определения и защиты трудно патентуемых ИП

Отметим основные ИП как ОИС, представленные на рис. 7, на которые необходимо (и возможно) получить (и защитить) ИС в виде патентов.

Во-первых, ИП, представленный на рис. 7, состоит из новой структуры ИСУ, которая в свою очередь, содержит новый тип ГИОС и включает новый тип ГА с дискретными или непрерывными ограничениями на обобщенные координаты ОУ и переменные параметры регулятора.

- Структура содержит также новый блок в виде ОБЗ на мягких вычислениях для аппроксимации обучающего сигнала и формирования необходимого и достаточного числа логических правил робастных БЗ для нечеткого регулятора.
- Новый вид интеллектуальных вычислений (в чистой и прикладной математике) в виде мягких и квантовых вычислений.
- Метод ускорения вычисления функции пригодности в ГА за счет устранения избыточных алгебраических обратных связей при интегрировании дифференциальных уравнений.
- Физический закон управления (основанный на принципе минимума производства энтропии как в ОУ, так и квантовых в традиционном регуляторе), математическая модель которого используется в качестве функции пригодности в ГА и позволяющий минимизировать потери полезного ресурса в ИСУ (см. Приложение).

Перечисленные ОИС являются объективными научными основами для процесса проектирования БЗ для нечеткого регулятора, и обладают в явном виде техническим эффектом.

Поэтому, на основе разработанной структуры ИИСУ, можно было создавать ИС, которая защищена патентами на обобщённые принципы интеллектуального управления [65 – 67], составляющие основу создания ИП и ИС на частные решения новых ОУ.

Во-вторых, вычислительная мощность новых видов вычислений, типа мягких вычислений, позволила развивать программную поддержку процессов проектирования БЗ. Под программным инструментарием понимается последовательное применение ГА для грубой и тонкой настройки параметров функции принадлежности в продукционных правилах БЗ, и оптимизации её структуры. Для повышения робастности ИСУ применяются квантовые вычисления и соответствующий оптимизатор БЗ. Таким образом, программный инструментарий даёт существенный технический эффект при применении структуры ИСУ и представляет патентоспособный ИП [67, 68].

Обсудим кратко содержательную часть новизны разработанных ИП.

Процесс проектирования БЗ может быть разделен на два подэтапа: 1) извлечение, обработка и формирование знаний; и 2) создание программной и инструментальной поддержки процесса проектирования с целью оптимизации структуры БЗ.

Математическая модель физического ОУ описывается системой существенно-нелинейных дифференцированных уравнений с большим числом степеней свободы, что представляет собой вычислительные трудности при реализации динамического моделирования такого рода ОУ (требовалось большое количество машинного времени, большого объёма памяти, повышенного быстродействия компьютера и т.п.).

Успешное решение данной проблемы было получено за счёт введения нового математического приёма: ускорения интегрирования такого рода существенно-нелинейных дифференциальных уравнений (проблема сложности вычислений), а также изменением алгебраических связей в структуре блоков интегрирования инженерного инструментария МатЛаб.

Это привело к повышению технического эффекта в виде эффективного вычисления функции пригодности ГА с дискретными ограничениями. Технический эффект заключался в увеличении скорости вычисления функции пригодности ГА примерно от 30 до 250 раз (в зависимости от вида нелинейности и количества степеней свободы в модели ОУ) без потери точности вычисления.

На рис. 9 приведено решение указанной проблемы.

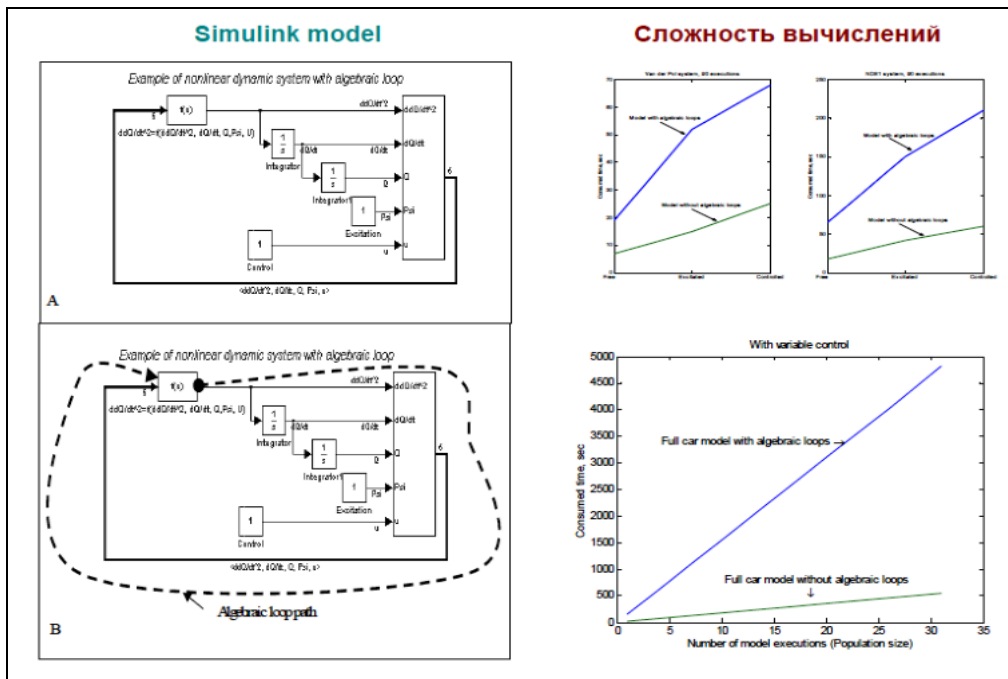


Рис. 9. Пример решения ускорения процесса интегрирования за счет устранения избыточных алгебраических обратных связей

Следовательно, данный метод отражает ИП с соответствующим созданием ИС в качестве патента [69]. Отметим, что данный подход получил развитие в [70].

Особенностью проектирования робастной БЗ для ИСУ основанной на мягких вычислениях являлось проектирование отдельной БЗ для конкретной ситуации управления в ряде непредвиденных ситуаций управления. Качество конкретной БЗ зачастую не соответствовало новой ситуации управления. Как результат – потеря робастности управления.

Например, при смене типа дороги возникали дополнительные вибрации в подвеске автомобиля, что приводило к потере комфортности пассажиров. Для устранения отмеченной трудности были привлечены новые виды вычислений (квантовые вычисления) для формирования унифицированной БЗ, используя информацию от конкретной ситуации управления. Полученный технический эффект позволил увеличить уровень робастности в непредвиденных ситуациях управления. Эффект достигался за счёт определённой математической операции (отсутствующий инструментарий на мягких вычислениях) в виде квантового оператора суперпозиции.

Данная операция совместно с другими операциями квантовых вычислений позволили реализовать новый тип процессов управления в виде самоорганизации процессов управления. Они послужили основой для извлечения ценной информации из ранее спроектированной БЗ на основе ОБЗ с квантовым нечетким выводом, и для создания необходимой робастной унифицированной БЗ [66 - 69]. Структура системы моделирования (в виде квантового оптимизатора БЗ и структура робастной ИИ-СУ подвески автомобиля) представляет самостоятельный ИП, на который также была создана ИС в виде патента [71].

Технический и экономический эффект от разработанной системы управления в сложных непредвиденных условиях управления дают следующий результат: уменьшение количества датчиков без потери точности управления и количества извлеченной информации [66].

Таким образом, создание ИС на ИП возможно при условии новизны компонентов в системе моделирования или в программно-аппаратной поддержке процессов проектирования, приводящих к новым техническим эффектам (по отношению к известным аналогам). Приведенные примеры позволяют разработать алгоритм формирования и защиты ИС на ОИС в разработанных Б-программах и Б-планах, согласно структурам на рис. 3 и 6.

3.2. Алгоритм формирования ИС

Согласно отмеченным особенностям ОИС, алгоритм формирования и создания ИС на разработанный ИП разбивается на два взаимосвязанных подэтапа, которые можно описать в следующем виде: 1) создание ИС на наукоемкие ИП, содержащие доказуемый «потенциальный» технический эффект; и 2) создание ИС на наукоемкие ИП, содержащие доказуемый реальный технический эффект.

Так при выполнении Б-программы проекта по разработке ИСУ полуактивной подвески автомобиля выполнялись следующие подэтапы формирования ИС на ИП.

В первом подэтапе возможно создать ИС на следующие ОИС:

- на математическую модель ОУ в виде полуактивной подвески автомобиля как ОИС формируется ИС в виде патента [72]; рис. 10 показывает результат формирования ИС в виде патента;

United States Patent
Ulyanov et al.

(10) Patent No.: **US 6,212,466 B1**
(45) Date of Patent: **Apr. 3, 2001**

(54) **OPTIMIZATION CONTROL METHOD FOR SHOCK ABSORBER**

(57) **Abstract:** A control system for optimizing the performance of a vehicle suspension system by controlling the damping factor of one or more shock absorbers is described. The control system uses a fitness (performance) function that is based on the physical laws of minimum entropy. The control system uses a fuzzy neural network that is trained by a genetic analyzer. The genetic analyzer uses a fitness function that maximizes information while minimizing entropy production. The fitness function uses a difference between the time differential of entropy from a control signal produced in a learning control module and the time differential of the entropy calculated by a model of the suspension system that uses the control signal as an input. The entropy calculation is based on a dynamic model of an equation of motion for the suspension system such that the suspension system is treated as an open dynamic system.

14 Claims, 7 Drawing Sheets

Математическая модель ОУ как ОИС

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
5 February 2004 (05.02.2004)

(10) International Publication Number
WO 2004/012098 A1

(51) International Patent Classification: **G06F 17/13**
G06F 19/02

(52) International Application Number:
PCT/RU2003/023666

(53) International Filing Date: 29 July 2003 (29.07.2003)

(54) Title: **SYSTEM AND METHOD FOR SIMULATION OF NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS APPLICABLE WITHIN SOFT COMPUTING**


(57) **Abstract:** A system and method for efficient stochastic simulation of dynamic systems is described. Stochastic simulation cannot usually be found for stochastic differential equations; complex analysis requires numerical simulations. These simulations are most commonly done with first-order Euler-type algorithm. The efficiency of these algorithms is improved by removing algebraic loops in the simulation. An algebraic loop occurs when an output variable of the system of equations is also an input variable to one or more of the equations describing the system. In one embodiment, the algebraic loops are removed by simulating a simulation where an output variable that gives rise to an algebraic loop is integrated to produce an integrated output. The integrated output is later provided to a differentiator to reconstruct the output variable to be needed.

Ускорение вычисления ГА как ОИС для MatLab/Simulink

Рис. 10. Патенты на математическую модель и метод ускорения вычислений

- выбирая на схеме рис. 7 в качестве видов вычисления мягкие вычисления, была сформирована защита ИС на ускорение метода интегрирования дифференциальных уравнений описывающих математическую модель ОУ для вычисления функции пригодности в ГА (см. блок вычисления критерия качества на рис. 7,а); ИС также представлена в виде патента на рис. 10 [69];
- далее на блок ГА (на схеме рис. 7,б) также была сформирована ИС в виде патента на оригинальную структуру разработанного ГА с дискретными ограничениями. В этом случае учитывались физические свойства шагового двигателя в исполнительном устройстве полуактивной подвески автомобиля (разработанного фирмой «Тойота»), и отсутствие соответствующей ИС на ИСУ раз-

работанным шаговым двигателем как ОИС; на рис. 11 показана ИС на данный ОИС в виде патентов в США и на 25 стран ЕС [73];


US006950712B2

(12) United States Patent
Ulyanov et al.

(10) Patent No.: **US 6,950,712 B2**
(45) Date of Patent: ***Sep. 27, 2005**

(54) SYSTEM AND METHOD FOR NONLINEAR DYNAMIC CONTROL BASED ON SOFT COMPUTING WITH DISCRETE CONSTRAINTS

(75) Inventors: **Sergel V. Ulyanov, Crema (IT); Sergel Panfilov, Crema (IT); Kazuki Takahashi, Crema (IT)**

(73) Assignee: **Yamaha Hatsudoki Kabushiki Kaisha (JP)**

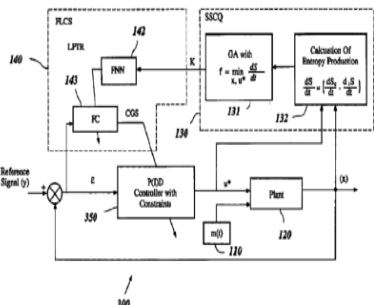
(* Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 363 days.

This patent is subject to a terminal disclaimer.

(21) Appl. No.: **10/209,671**
(22) Filed: **Jul. 30, 2002**
(65) Prior Publication Data
US 2004/009020 A1 Feb. 12, 2004


(51) Int. Cl.⁷ **G06F 9/00; G05B 1/380**
(52) U.S. Cl. **700/28; 700/31; 700/50; 701/40; 701/44; 701/57; 701/77; 706/2; 706/4; 706/13**
(58) Field of Search **700/28-31; 47-50; 701/37; 40, 44, 57, 59, 77, 98, 106; 706/2; 4, 13**
(56) References Cited
U.S. PATENT DOCUMENTS
5,126,933 A * 6/1992 White, III 700/47
5,175,678 A * 12/1992 Fredericks et al. 700/47
5,285,377 A * 2/1994 Sugasaki et al. 700/47
5,993,194 A * 11/1999 Yamaguchi et al. 431/14
6,032,139 A * 2/2000 Yamaguchi et al. 706/13
6,078,843 A * 6/2000 Sharif 700/48
6,212,466 B1 * 4/2001 Ulyanov et al. 701/99
6,216,083 B1 * 4/2001 Ulyanov et al. 701/06

58 Claims, 42 Drawing Sheets



(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
5 February 2004 (05.02.2004)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2004/012021 A1

(51) International Patent Classification¹: **G05B 1/302** (74) Agent: **DELANEY, Karollos, A.; Knobbs, Martens, Olson & Bear, LLP, 14th Floor, 2040 Main Street, Irvine, CA 92614 (US).**

(21) International Application Number:
PCT/US2003/023671

(22) International Filing Date: **29 July 2003 (29.07.2003)**

(25) Filing Language: **English**

(26) Publication Language: **English**

(30) Priority Data:
10/209,671 30 July 2002 (30.07.2002) US

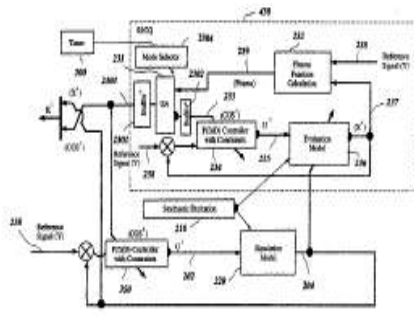
(71) Applicants: **YAMAHA MOTOR CO., LTD (JP); 2500 Shingai, Ina-shi, Shizuoka 438-8501 (JP); YAMAHA MOTOR CORP., USA (US); 6555 Kastella Avenue, Cypress, CA 90630 (US).**

(72) Inventors: **ULYANOV, Sergel, V.; Polo Didattico E Di Ricerca Di Crema, Via Bramante, 65, I-26013 Crema (IT); PANFILOV, Sergel; Polo Didattico E Di Ricerca Di Crema, Via Bramante, 65, I-26013 Crema (IT); TAKAHASHI, Kazuki; Polo Didattico E Di Ricerca Di Crema, Via Bramante, 65, I-26013 Crema (IT).**

Published
with international search report

(Continued on next page)

(54) Title: **SYSTEM AND METHOD FOR NONLINEAR DYNAMIC CONTROL BASED ON SOFT COMPUTING WITH DISCRETE CONSTRAINTS**



(57) Abstract: A control system using a genetic analyzer based on discrete constraints is described. In one embodiment, a genetic algorithm with step-coded chromosomes is used to develop a teaching signal that provides good control qualities for a controller with discrete constraints, such as, for example, a step-constrained controller. In one embodiment, the control system uses a fitness (performance) function that is based on the physical laws of minimum entropy. In one embodiment, the genetic analyzer is used in an off-line mode to develop a teaching signal for a fuzzy logic classifier system that develops a knowledge base. The control system can be used to control complex plants described by nonlinear, unstable, dissipative models. In one embodiment, the step-constrained control system is configured to control stepping motors.

Рис. 11. Патенты в США и странах ЕС на ИС в виде ГА с дискретными ограничениями

- для формирования робастной БЗ нечеткого регулятора использовался блок ОБЗ, на который тоже была сформирована ИС в виде патента [68];
 - используя новые методы вычисления в виде квантовых вычислений была сформирована ИС на платформу для ОБЗ в виде патента [67], что составило базис проектирования структуры блока квантового ОБЗ.
- Во втором подэтапе возможно создать ИС на следующие ОИС:
- структура самого нечеткого регулятора в контуре ИСУ, была спроектирована в виде оригинальных решений и представляло собой ИП, позволяющий сократить необходимое количество датчиков в измерительной системе ИСУ. Данное решение позволило также сформировать ИС на отмеченный ИП, представленную на рис. 12,а [74];

US 2004/015327A1

(19) United States
 (12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2004/015327 A1
 Hagiwara et al. (43) Pub. Date: Aug. 5, 2004

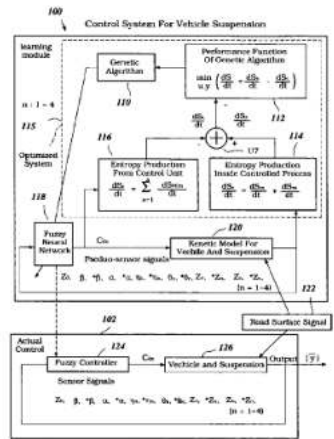
Publication Classification
 (51) Int. Cl. 7 B62N 25/06; G06N 3/00
 (52) U.S. Cl. 701/46; 706/13

(57) ABSTRACT
 A control system for optimizing the performance of a vehicle suspension system by controlling the damping factor of one or more shock absorbers is described. In one embodiment, the control system uses a fuzzy neural network. A teaching signal for the fuzzy neural network is generated using road signal data and a mathematical model of the vehicle suspension system. The teaching signal is used to develop a knowledge base for the fuzzy neural network. In one embodiment, inputs to the fuzzy neural network include damper velocities, heave acceleration, pitch acceleration, and roll acceleration. In one embodiment, the heave acceleration signal from the teaching signal is filtered to develop inputs for the fuzzy neural network, thereby reducing the number of sensors. In one embodiment, a Fourier transform analysis of the heave acceleration signal is provided to the fuzzy neural network.

Con correspondence Address:
 KNOBBE MARTENS OLSON & BEAR LLP
 2040 MAIN STREET
 FOURTEENTH FLOOR
 IRVINE, CA 92614 (US)

(21) Appl. No.: 10/662,978
 (22) Filed: Sep. 15, 2003

Related U.S. Application Data
 (60) Provisional application No. 60/410,741, filed on Sep. 13, 2002.



(a)

(12) United States Patent
 Ulyanov et al. (10) Patent No.: US 6,463,371 B1
 (43) Date of Patent: *Oct. 8, 2002

(54) SYSTEM FOR INTELLIGENT CONTROL OF A VEHICLE SUSPENSION BASED ON SOFT COMPUTING

(55) Inventor: Sergei V. Ulyanov; Takahiko Hagiwara, both of Singapore

(57) Abstract: The system based on a controlled process optimization algorithm filed under 37 CFR 1.53(a), and is subject to the priority provisions of 35 U.S.C. 119(a)(3). Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 6 days.

(21) Appl. No.: 09/171,149
 (22) Filed: Oct. 22, 1998

(51) Int. Cl. G06F 17/00; G06F 19/00
 (52) U.S. Cl. 701/46; 701/57; 701/39; 701/42; 701/43; 701/44
 (58) Field of Search: 701/34; 72/30; 701/40; 42; 41; 44; 102

(59) References Cited
 U.S. PATENT DOCUMENTS
 5,293,969 A * 5/1994 Mohl et al. 704/240
 5,334,000 A 6/1994 Gupta 706/707
 5,403,050 A * 1/1996 Tak et al. 706/046
 5,488,262 A * 1/1996 Onizawa et al. 704/240
 5,577,204 A * 6/1998 Sano et al. 704/269
 5,812,821 A * 6/1999 Gotohaki 704/515
 5,820,297 A * 7/1999 Mizuta et al. 701/37
 5,973,795 A 10/1999 Gao 704/2
 6,023,891 A * 2/2000 Gantner et al. 701/95
 6,044,936 A * 2/2000 Tsunashima et al. 706/13

OTHER PUBLICATIONS
 Bose, Bindu K., (1990), "Expert System, Fuzzy Logic, and Neural Network Applications in Power Electric and Motion Control", Processing of the IEEE, vol. 32, No. 8, pp. 1305-1333.
 Feng Q and Yamada K., (1988), "Design and simulation of control system of an inverted pendulum", Robotics, vol. 6, No. 3, pp. 235-241.
 Gouderky V.S. and Ulyanov S.V., (1993), "Mobile system with self-organizing phase", Intern. J. of Computer and System Sciences, vol. 33, No. 1, pp. 126-142.
 Ishizawa R., Magnesson M. and Francisco P.A., (1998), "Cabratic vestibular stimulation for analysis of postural adaptation and stability", IEEE Transactions of Biomedical Engineering, vol. 45, No. 3, pp. 385-397.

(List continued on next page.)

Primary Examiner—William A. Cichinski, Jr.
 Assistant Examiner—Renee Marston
 (74) Attorney Agent or Firm—Kobayashi, Matsuno, Ohsaka & Lee LLP

ABSTRACT
 A reduced control system suitable for control of an active suspension system in a controlled plane is described. The reduced control system is configured to use a reduced sensor set for controlling the suspension without significant loss of control quality (accuracy) as compared to an optimal control system with an optimum sensor set. The control system calculates the information control provided by the reduced sensor set as compared to the information control provided by the optimum set. The control system also calculates the difference between its entropy production rate of the plant and the entropy production rate of the controller. A genetic optimizer is used to train a fuzzy neural network in the reduced controller. A fitness function for the genetic optimizer provides optimized control accuracy in the reduced control system by minimizing the difference in entropy production which maintains the same information content.

20 Claims, 10 Drawing Sheets

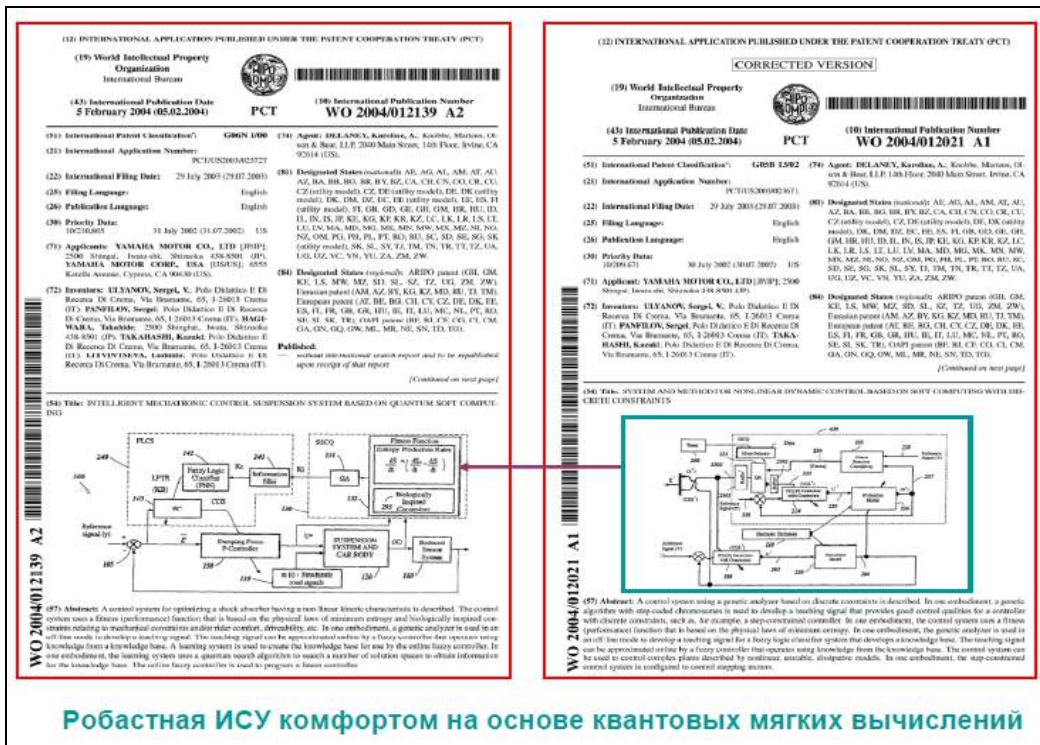
(b)

Рис. 12. ИС на ИСУ полуактивной мехатронной подвески автомобиля с шаговыми двигателями и редуцированным числом датчиков

- объединение полученных ИП и соответствующей ИС по схеме на рис. 2 привело к новому синергетическому эффекту в виде повышения знаний; этот факт обусловил новый технический эффект - повышение робастности разработанной системы управления; в этом случае результаты, представленные на рис. 9, 10 и 11, позволили получить решение проектирования ИСУ полуактивной подвески с шаговыми двигателями как единой системы на структурном уровне; на рис. 12,б представлен ИП и соответствующая ИС в виде патента [75].
- дополнительное объединение полученных ИП и соответствующей ИС, представленной на рис. 12, с соответствующей ИС на квантовые вычисления (см. Приложение), привело еще к одному новому синергетическому эффекту в виде нового повышения знаний и к повышению технического эффекта - увеличению уровня робастности разработанной ИСУ в условиях непредвиденных (нештатных) ситуаций управления; для данного случая решения соответствующая ИС в виде патента [71] представлена на рис. 13.

По данным международной БД на полуактивную подвеску автомобиля и его разновидности выдано более 5000 патентов (на период 1882 до 2005 гг.). Используя разработанную технологию формирования ИП и ИС, дополнительно были запатентованы более 12 патентов в США, Японии и странах Евросоюза на ИСУ полуактивной подвески автомобиля.

Таким образом, применение новых технологий интеллектуальных вычислений и принципов интеллектуального управления позволяет формировать ИС на ИП в традиционно заполненных пространствах ИС на ОИС.

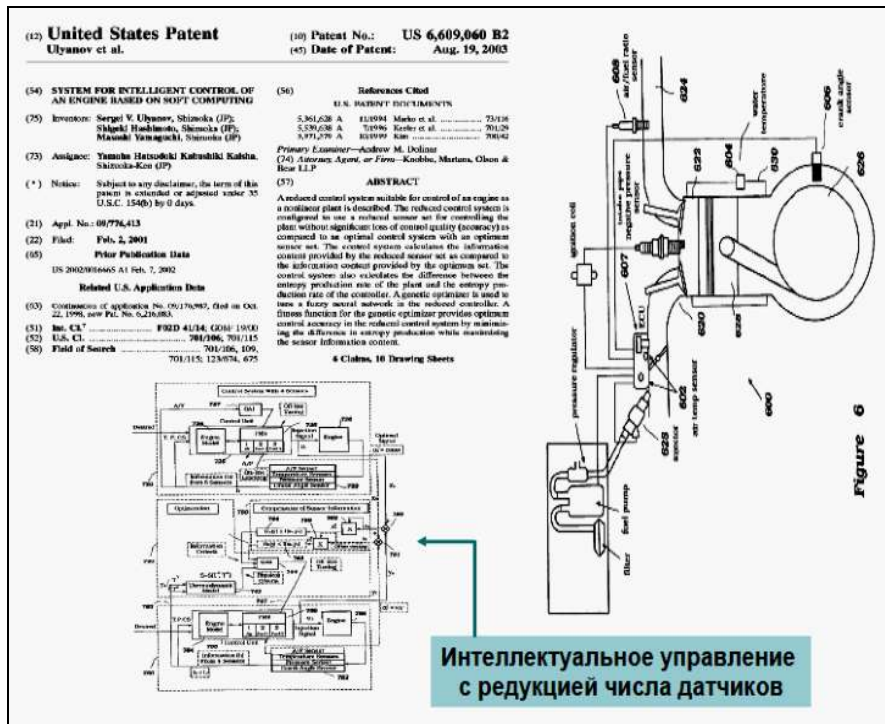


Робастная ИСУ комформот на основе квантовых мягких вычислений

Рис. 13. Патент на структуру робастной ИСУ полуактивной подвески автомобиля на основе квантовых вычислений

- используя общность структур представленных на рис. 7, по схеме технологии формирования ИС представленной на рис. 3, путём замены ОУ была создана ИС в виде патентов на ИСУ двигателем внутреннего сгорания [76].

На рис. 14 показан патент на ИП в виде ИСУ двигателем внутреннего сгорания с редуцированным числом датчиков (см. рис. 12,а).



Интеллектуальное управление с редуцией числа датчиков

Рис. 14. Патент на ИП в виде ИСУ двигателем внутреннего сгорания с редуцированным числом датчиков

На рис. 15 показан патент на ИП в виде ИСУ навигацией роботом мотоциклом [77]; аналогичным образом формируется ИС на другие подобные изделия интеллектуальной мехатроники.

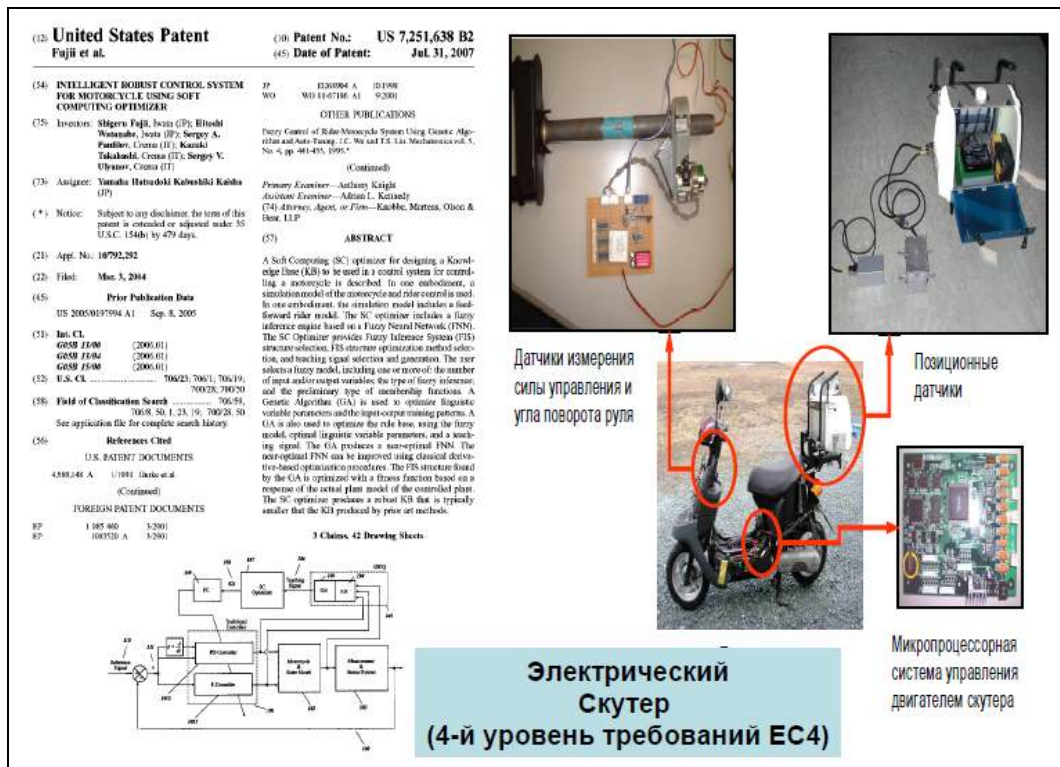


Рис. 15. Патент на ИП в виде ИСУ навигацией роботом мотоциклом

При этом на сами виды интеллектуальных вычислений и методы моделирования была также сформирована ИС в виде патентов, что позволило существенно повысить уровень юридической защиты ИС на разработанные оригинальные решения проектирования робастных структур ИИСУ.

Данные вопросы, в силу своей наукоемкой специфики, будут рассмотрены в отдельной работе.

Следует также отметить, что путём повторения патентов в разных странах ЕС, Японии и США, была создана дополнительная форма юридической защиты приоритетных решений на ИП и ИС.

Примечание 4. Техничко-экономический эффект при функционировании ИСУ в непредвиденных и сложных ситуациях управления заключается в повышении уровней надёжности и робастности нижнего уровня управления, что приводит в свою очередь к снижению требований к точности исходной информации и количеству датчиков съёма информации, что тоже являлось ИП с соответствующей ИС.

Таким образом, создание ИС на ИП возможно при условии новизны компонентов в системе моделирования или в программно-аппаратной поддержке процессов проектирования, приводящих к новым техническим эффектам.

Согласно рис. 6 и накопленному положительному (и отрицательному) опыту компаний, также использовались вышеописанные методы защиты ИП и ИС: 1) в периодических научных журналах и изданиях; 2) в выступлениях на международных конференциях (с правом организации специфических секций по данной тематике); и 3) авторского надзора. Результаты данных методов отражены в многочисленных официальных публикациях перечисленных направлений и в качестве примера приведены в [78].

Целью данных публикаций являлось описание необходимости формирования подтверждения фундаментальности полученных теоретических и прикладных результатов в академической профессиональной среде, закрепления авторского права на полученные результаты и выявления новых перспективных приложений полученных результатов. При этом строго соблюдались рекомендации юристов-патентоведов и менеджеров компаний, а также общие рекомендации о соблюдении сроков пуб-

ликации после заявления и регистрации ИС, неразглашения и скрывания содержательной части ИС, особенно «know how» в открытых публикациях.

4. Результаты

1. В результате создания ИС на ИП приведенный подход позволяет МИП поднять свой рейтинг и обеспечить юридическую защиту ИС на мировом рынке. Таким образом, на практике реализован *социально-экономический закон управления в области инженерного менеджмента*, основанного на знаниях и развивающегося на собственно разработанном ИП [63]: *Владеть ИС на собственно разработанный ИП в виде высокой наукоёмкой информационной технологии значит гарантированно иметь долгосрочно управляемый рынок сбыта, формирующий социально-экономическую потребность общества (с учётом интересов и уровней развития стран - потребителей, не противоречащих общественным интересам, принципам гуманности и морали).*
2. Примером одной из ИС на ИП является описанная выше высокая наукоёмкая информационная технология проектирования робастных ИСУ (основанных на знаниях) для эффективного управления различными типами изделий. Рассмотренные примеры может быть использованы в качестве прототипа для других ОУ.
3. Разработка ИП должна сопровождаться детальной проработкой вопроса формирования ИС на каждой стадии выполнения Б-программы.
4. Способы решения проблемы определения патентоспособности структурных решений, программного обеспечения и математических алгоритмов, реализованные в США, Японии и странах ЕС, могут быть эффективно использованы на российском информационном и правовом пространствах.
5. Российское законодательство в области юридической защиты ИС позволяет разработчикам применять и гибко использовать авторские права к программному и алгоритмическому обеспечению.
6. Принимая во внимание возрастающий интерес к высоким информационным технологиям в различных сферах Российской экономики, необходимо и далее совершенствовать опыт юридической защиты ИП; в частности, используя описанный опыт формирования патентов на ИП, защищенных в США, Японии и странах ЕС.

5. Выводы

1. Рассмотрены общие подходы к формированию ИС на наукоёмкий ИП с точки зрения общей теории управления, позволяющие объединить столь сложные и слабо формализованные понятия как Б-программа, Б-план, ИС и ИП в единую структуру ИСУ.
2. Разработана конкретная структура обобщённой ИСУ, позволяющая управлять процессом создания ИС на ОИС в зависимости от изменения конкурентоспособности разработанного ИП и изменения потребностей рынка сбыта ИП.
3. Установлены аналитические взаимосвязи между основными блоками ИСУ и выявлена роль ИС на ИП в процессах формирования Б-программы и Б-плана.
4. Установленные функциональные взаимосвязи позволяют оптимально проектировать процесс формирования и создания ИС на ИП с минимальными затратами и риском.
5. Рассмотрены конкретные примеры формирования Б-программы и Б-плана на основе разрабатываемого ИП и соответствующих методов защиты ИС.
6. Показана роль формирования ИС на ИП при проектировании инвариантных процессов управления и развития рынка сбыта разработанного класса ИП.
7. Разработанная технология формирования и юридической защиты ИС на ИП позволяет разрабатывать долгосрочные и эффективно реализуемые Б-программы и Б-планы с учётом потребностей и перспектив развития интеллектуального рынка сбыта.

8. Представленные способы и методы юридической защиты ИС в проблемно-ориентированной области высоких наукоёмких технологий в рамках действующего законодательства позволяют эффективно поддерживать технологию реализации ИП и ИС.
9. Сформулирован обобщённый подход формирования и реализации Б-программ и Б-планов, позволяющий компании-разработчику успешно реализовать социально-экономический и научно-технический закон управления в области инженерного менеджмента, основанного на интеллектуальном бизнесе и использующего собственно разработанный ИП в виде высокой наукоёмкой информационной технологии.
10. Рассмотрены особенности и конкретные практические рекомендации по разработке Б-программ и Б-планов на создание коммерчески привлекательного, наукоёмкого ИП на примере разработки соответствующей информационной технологии проектирования ИИСУ.

Список литературы

1. Ruiz-Mercader J., Merono-Cerdan A.L., Sabater-Sanchez R. Information technology and learning: Their relationship and impact on organizational performance in small businesses // International Journal of Information Management. – 2006. – Vol. 26 – № 1. – Pp. 16-29.
2. Mishraa A., Akmana I., Yazici A. Software piracy among IT professionals in organizations // International Journal of Information Management. – 2006. – Vol.26. – №3. – Pp. 401-413.
3. Weisband S. P., Goodman S.F. International software piracy // Computer. – 1992. – №11. – Pp. 87-88.
4. Limayem M., Khalifa M., Chin W.W. Factors motivating software piracy: A longitudinal study // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2004. – Vol. 51. – №. 4. – Pp. 414-325.
5. Grossman H. I. Inventors and pirates: creative activity and intellectual property rights // European Journal of Political Economy. – 2005. – Vol. 21. – №2. – Pp. 269-285.
6. McMaster D. 25 years in the International application of information technology (IT) and standards to process and disseminate patent information, from 1980 to 2004 // World Patent Information. – 2005. – Vol. 27. – №2. – Pp. 153-161.
7. Benkler Y. Intellectual property and the organization of information production // International Review of Law and Economics. – 2002. – Vol. 22. – №2. – Pp. 81-107.
8. Henderson L.W. Means-plus-function claims (and new developments in patentability of pure algorithms) // IEEE Antennas and Propagation Magazine. – 1999. – Vol. 41. – №5. – Pp. 130-132.
9. Samuelson P. Why reform the U.S. patent system? // Communications of the ACM. – 2004. – Vol. 47. – № 6. – Pp. 19-23.
10. Du Plessis M. The strategic drivers and objectives of communities of practice as vehicles for knowledge management in small and medium enterprises // International Journal of Information Management. – 2008. – Vol. 28. – № 1. – Pp. 61-67.
11. Hicks B.J., Culley S.J., McMahon C.A. A study of issues relating to information management across engineering SMEs // International Journal of Information Management. – 2006. – Vol. 26. – № 1. – Pp. 267-289.
12. Mathiassen L., Vainio A.M. Dynamic capabilities in small software firms: A sense-and-respond approach // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2007. – Vol. 54. – № 3. – Pp. 522-538.
13. Ghosh J. Concurrent, overlapping development and the dynamic system analysis of a software project // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2010. – Vol. 57. – № 2. – Pp. 270-287.
14. Ульянов С.С. Информационные технологии проектирования баз знаний: проблемы создания и защиты интеллектуальной собственности // Программные Продукты и Системы. – 2005. – № 2. – С. 2-8.
15. Chen Y., Puttitanun T. Intellectual property rights and innovation in developing countries // Journal of Development Economics. – 2005. – Vol. 78. – № 5. – Pp. 474-493.
16. Popadiuk S., Choo C. W. Innovation and knowledge creation: How are these concepts related? // International Journal of Information Management. – 2006. – Vol. 26. – № 3. – Pp. 302-312.

17. Yunwei C., Zhiping Y., Shu F., Zhengyin H., Meyer M., Bhattacharya S. A patent based evaluation of technological innovation capability in eight economic regions in PR China // *World Patent Information*. – 2009. – Vol. 31. – № 2. – Pp. 87-174.
18. Ozkaya, A. R&D team's competencies, innovation, and growth with knowledge information flow // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 3. – Pp. 416-429.
19. Jae-Nam L. Byounggu C. Determinants of knowledge management assimilation: An empirical investigation // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 3. – Pp. 430-449.
20. Bush, A.A. Tiwana, A. Rai, A. Complementarities between product design modularity and IT infrastructure flexibility in IT-enabled supply chains // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 2. – Pp. 240-254.
21. Dou H.J.-M. Benchmarking R&D and companies through patent analysis using free databases and special software: a tool to improve innovative thinking // *World Patent Information*. – 2004. – Vol. 26. – № 3. – Pp. 297-309.
22. Bromfield T., Barnard H. The evolution of the intellectual property management strategy of an emerging multinational: Learning the purpose of patenting and scientific publications // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 1. – Pp. 118-131.
23. Siqueira C.O., Bruton G.D. High-technology entrepreneurship in emerging economies: Firm informality and contextualization of resource-based theory // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 1. – Pp. 39-50.
24. Ulyanov S. Engineering management of intelligent control system: information technologies of KB-design, creation and protection problems of the intellectual property // *Proc. of the 6th International Conference on Application of Fuzzy System and Soft Computing (ICAFS ' 2004)*. – Barcelona, Spain, 2004. – Pp. 98-108.
25. von Wartburg I., Teichert T. Valuing patents and licenses from a business strategy perspective – Extending valuation considerations using the case of nanotechnology // *World Patent Information*. – 2008. – Vol. 30. – № 2. – Pp. 106-114.
26. Chena C.J., Huang J.W. How organizational climate and structure affect knowledge management. The social interaction perspective // *International Journal of Information Management*. – 2007. – Vol. 27. – № 2. – Pp. 104-118.
27. Awazu Y. Managing technology alliances: The case for knowledge management // *International Journal of Information Management*. – 2006. – Vol. 26 – № 5. – Pp. 484-493.
28. Wu X., Ma R., Shi Y. How do latecomer firms capture value from disruptive technologies? A secondary business-model innovation perspective // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 1. – Pp. 51-62.
29. Quan X., Chesbrough H. Hierarchical segmentation of R&D process and intellectual property protection: Evidence from multinational R&D laboratories in China // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2010. – Vol. 57. – № 1. – Pp. 9-21.
30. Петров Б.Н., Уланов Г.М., Ульянов С.В., Хазен Э.М. Информационно-семантические проблемы в процессах управления и организации. – М.: Наука. – 1977.
31. Bonino D., Ciaramella A., Corno F. Review of the state-of-the-art in patent information and forthcoming evolutions in intelligent patent informatics // *World Patent Information*. – 2010. – Vol. 32. – № 1. – Pp. 30-38.
32. Bregonje M. Patents: A unique source for scientific technical information in chemistry related industry? // *World Patent Information*. – 2005. – Vol. 27. – № 3. – Pp. 309-315.
33. Barroso W., Quoniam L., Pacheco E. Patents as technological information in Latin America // *World Patent Information*. – 2009. – Vol. 31. – № 3. – Pp. 207-215.
34. Serrato R., Hermann K., Douglas C. The nanotech intellectual property («IP») landscape // *Nanotechnology Law & Business Journal*. – 2005. – Vol. 2. – № 2.
35. Chamas C. I. Nanotechnology intellectual property in Brazil: Preliminary research note // *World Patent Information*. – 2008. – Vol. 30. – № 2. – Pp. 146-149.

36. Li J. Global R&D alliances in China: Collaborations with universities and research institutes // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2010. – Vol. 57. – № 1. – Pp. 78-87.
37. Jelinek M., Markham S. Industry-University IP relations: Integrating perspectives and policy solutions // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2007. – Vol. 54. – № 2. – Pp. 257-267.
38. Patnayakuni R., Rai A., Tiwana A. Systems development process improvement: A knowledge integration perspective // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2007. – Vol. 54. – № 2. – Pp. 286-300.
39. Kishore R., McLean E.R. Reconceptualizing innovation compatibility as organizational alignment in secondary IT adoption contexts: An investigation of software reuse infusion // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2007. – Vol. 54. – № 4. – P. 756-775.
40. Ting-Peng L. J., Klein G.S., Liu J.Y. Software quality as influenced by informational diversity, task conflict, and learning in project teams // IEEE Transactions on Engineering Management. – 2010. – Vol. 57. – № 3. – Pp. 477-487.
41. Scheu M., Veeffkind V., Verbandt Y., Galan E. M., Absalom R., Forster W. Mapping nanotechnology patents: The EPO approach // World Patent Information. – 2006. – Vol. 28 – № 3. – Pp. 204-211.
42. Bastani B., Fernandez D. Intellectual property rights in nanotechnology // Thin Solid Films. – 2006. – Vol. 420/421 – № 5. – Pp. 472-477.
43. Yeap T., Loo G. H., Pang S. Computational patent mapping: Intelligent agents for nanotechnology // Proc. of the International Conference on MEMS, NANO and Smart Systems (ICMENS'03). – 2003.
44. Fernandez D., Chow M. Intellectual property strategy in bioinformatics and biochips // Biosensors and Bioelectronics. – 2005. – Vol. 21 – № 2. – Pp. 197-200.
45. Fabry B., Ernst H., Langholz J., Koster M. Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities—an empirical application in the nutrition and health industry // World Patent Information. – 2006. – Vol. 28 – № 2. – Pp. 215-225.
46. Xu G. G. Information for corporate IP management // World Patent Information. – 2006. – Vol. 26. – № 2. – Pp. 149-156.
47. Bui H.H. Practical strategies to develop an IP and avoid mistakes pertaining to IP for high-tech startup and small technology companies // Proc. the 6th VACETs Technical International Conference (VTIC'05). – Milpitas (Silicon Valley), California, 2005. – 2005.
48. Burdon J. IP portfolio management: Negotiating the information labyrinth // In: Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation / A Handbook of Best Practices (eds. A. Krattiger, R.T. Mahoney, L Nelsen, et al.). – MIHR: Oxford, U.K., and PIPRA: Davis, US. – 2007. (Available online at <http://www.ipHandbook.org/>).
49. Stenbridge B., Corish B. Patent data mining and effective patent portfolio management // Intellectual Asset Management. – 2004. – № 2. – Pp. 30-35.
50. Yoo H., Ramanathan C., Yang C.B. Intellectual property management of biosequence information from a patent searching perspective // World Patent Information. – 2005. – № 2. – Pp. 203-211.
51. Renn O., Roco M. C. Nanotechnology and the need for risk governance // Journal of Nanoparticle Research. – 2006. – № 8. – Pp. 153-191.
52. Ulyanov S. Engineering management in the field of high information technology of fuzzy control system's design: Formation technology, intelligent control law of intellectual enterprise products and methods of intellectual property protection // Fuzzy Systems and Soft Computing. – 2008. – Vol. 3 – № 2. – Pp. 73-99.
53. Козырев А.Н., Макаров В.Л. Оценка стоимости нематериальных активов и интеллектуальной собственности. – М.: РИЦ ГШ ВС РФ, 2003.
54. Зайченко В.Ю. Интеллектуальная собственность и недропользование. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2004.
55. Мухопад В.И. Интеллектуальная собственность в мировой экономике знаний. – М.: РГИИС; НИИ школьных технологий, 2009.

56. Ulyanov S.V. Fuzzy models of intelligent industrial controllers and control systems. Pt 1: Organizational, engineering, economic, and applied aspects // *J. Computer and Systems Sciences Intern.* – 1994. – Vol. 2. – № 1. – Pp. 123-144.
57. Chen J., Reilly R.R., Lynn G.S. The impacts of speed-to-market on new product success: The moderating effects of uncertainty // *IEEE Transactions on Engineering Management.* – 2005. – Vol. 52. – № 2. – Pp. 199–212.
58. Wainwright D., Waring T. Three domains for implementing integrated information systems: redressing the balance between technology, strategic and organisational analysis // *International Journal of Information Management.* – 2004. – Vol. 24. – № 3. – Pp. 329-346.
59. Flett P., Curry A., Peat A. Reengineering systems in general practice – A case study review // *International Journal of Information Management.* – 2008. – Vol. 28. – № 1. – Pp. 83-93.
60. Lall S. Indicators of the relative importance of IPRs in developing countries // *Research Policy.* – 2003. – Vol. 32. – № 12. – Pp. 1657-1680.
61. Santiago L.P., Bifano T.G. Management of R&D projects under uncertainty: A multidimensional approach to managerial flexibility // *IEEE Transactions on Engineering Management.* – 2005. – Vol. 52. – № 2. – Pp. 269-280.
62. Azari R., Pick J.B. Technology and society: socioeconomic influences on technological sectors for United States counties // *International Journal of Information Management.* – 2005. – Vol. 25. – № 8. – Pp. 21-37.
63. Ульянов С.С. Коммерциализация интеллектуального продукта в высоких информационных технологиях: Автореф. на соиск. учен. степени канд. экон. наук. – М.: РГИИС, 2009.
64. Litvintseva L.V., Ulyanov S.V. Intelligent control systems. Pt.I. Quantum computing and self-organization algorithm // *J. Computer and Systems Sciences Intern.* – 2009. – Vol. 48. – № 6. – Pp. 946–984.
65. Ulyanov S.V. Self-organizing control system // US patent № 6,411,944 B1. – 1998.
66. Ulyanov S.V. System for intelligent control based on soft computing // US patent № 6,415,272 B1. – 1998.
67. Ulyanov S.V. System and method for control using quantum soft computing // US patent № 6,578,018 B1. – 2003.
68. Ulyanov S.V. Soft computing optimizer of intelligent control system structures // US patent № 7,219,087 B2. – 2007.
69. Ulyanov S.V. System and method for stochastic simulation of nonlinear dynamic systems with a high degree of freedom for soft computing applications // US patent № 2004/0039555, A1.– 2004.
70. Mosterman P.J., Ciolfi J.E. Automated approach to resolving artificial algebraic loop // US patent № 7,167,817 B2. – 2007.
71. Ulyanov S.V. Intelligent mechatronic control suspension system based on quantum soft computing // US patent Application № 200400224750, A1. – 2004.
72. Ulyanov S.V. Optimization control method for shock absorber // US Patent № 6,496,761, B1. – 2000.
73. Ulyanov S.V. System and method for nonlinear dynamic control based on soft computing with discrete constraints // US Patent № 6,950,712, B2. – 2002.
74. Ulyanov S.V. Fuzzy controller with a reduced number of sensors // US patent Application № 20040153227, A1. – 2004.
75. Ulyanov S.V. Intelligent mechatronic control suspension system based on soft computing // US patent № 6,701,236, B2. – 2001.
76. Ulyanov S.V. System for intelligent control of an engine based on soft computing // US Patent № 6,609,060, B2. – 2001.
77. Ulyanov S.V. Intelligent robust control system for motorcycle using soft computing optimizer // US patent Application № 20050197994, A1. – 2005.
78. [Электронный ресурс] URL: <http://www.qcoptimizer.com> (Дата обращения: 28.07.2010)