

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ И СИСТЕМЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ К МЕЖДУНАРОДНОМУ ЖУРНАЛУ

ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ
УПРАВЛЕНИЯ

2

2005

ISSN 0236-235X



**ЗАЩИТА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ**

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА
КОМПОНЕНТОВ
СИСТЕМЫ**

**МЕТОДЫ
ИДЕНТИФИКАЦИИ
СЛОЖНЫХ
ОБЪЕКТОВ**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
XML-ТЕХНОЛОГИЙ**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ: ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И ЗАЩИТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

С.С. Ульянов

С точки зрения инженерного менеджмента создание интеллектуальной собственности (ИС) на информационные технологии высокого уровня, развитые на основе соответствующих интеллектуальных продуктов (ИП), приобретают в 21 столетии особую важность [1-6]. Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС) показала, что от 90 до 95 % всех всемирных изобретений изложены в патентных документах. Дополнительно Европейский патентный офис (ЕПО) раскрыл, что "патенты показывают множество решений технических проблем и представляют неистощимый источник информации: более 80 % технических знаний человечества описаны в патентной литературе". Патенты являются важным источником для процесса создания интеллектуальных технологий, которые компании могут использовать для достижения своих стратегических целей. Патентование алгоритмов и программного обеспечения в области вычислений является, в свою очередь, базисом для разработки и практического исследования технологий формирования БЗ, необходимых для информационных технологий проектирования и получения конкурентоспособных интеллектуальных систем и новых информационных технологий проектирования [6]. Анализ показал, что существует более глубокое проникновение новых идей и решений в технологию и деловые стратегии, которые эти компании имеют для своих патентных портфелей. Поэтому лидирующие международные компании (особенно в США, Японии, Великобритании, Канаде, Германии, Франции, Италии, Голландии, Российской Федерации и др.) концентрируют внимание на создании интеллектуального базиса для разработки информационной технологии; на развитии гибкой структуры технологии, принимающей во внимание развитие и достижения в смежных областях (типа технологий информатики, программно-аппаратной поддержки процессов проектирования и промышленных процессов производства и т.д.); на создании программно-аппаратной поддержки для соответствующей промышленной и информационной среды.

По крайней мере, в течение 5-10 лет для разработки и применения высоких технологий необходимы рискованные инвестиции капитала, и в течение этого процесса возникает объективная потребность в защите ИС против промышленного шпионажа и пиратства. Практика показывает, что

лучшим методом защиты является создание ИС на всех стадиях разработки [1-6].

Например, рассмотрим новую наукоемкую компьютерную технологию, относящуюся к проектированию структуры и архитектуры квантового компьютера. По оценкам экспертов, первый промышленный образец такого вида компьютеров ожидается приблизительно через 35-50 лет (стоимость разработки технологии на два порядка превышает стоимость проекта по созданию первой атомной бомбы). В случае успеха в решении данной проблемы один квантовый компьютер с памятью из 1000 атомов будет достаточен, чтобы содержать информацию, известную во всей вселенной, а с помощью квантовых алгоритмов обрабатывать огромные файлы данных информации примерно 2^{1000} бит и решать неразрешимые классическими методами вычислительные проблемы: криптография, сверхплотное кодирование, факторизация целочисленных данных при секретном кодировании, быстрый поиск в неструктурированных БД, робастные надежные коммуникации с квантовыми каналами передачи информации. Такие сложные вычислительные проблемы не могут быть решены на классическом персональном компьютере или их решение обойдется слишком дорого как в вычислительном процессе, так и в коммерческом плане.

По указанным причинам ведущими мировыми компаниями и НИИ в области исследования информационных технологий большое внимание уделяется проектированию и защите информационной технологии. В течение последних 15-20 лет многие корпорации и ведущие университеты подготовили определенные предложения по развитию ИС и ее защите [7]. Для уменьшения риска теперь особое внимание уделяется взаимосвязи между бизнес-программами, бизнес-планами и ИС на ИП как составляющих основу соответствующих программ.

Анализ данных предложений и существующий практический опыт в создании ИС на ИП показал, что эффективность процесса зависит от степени развития научно-технического прогресса в проблемно-ориентированной области. Путь защиты ИС на ИП по существу зависит от научно-технических основ, развитых в этих деловых областях.

В данной статье рассматриваются некоторые проблемы развития ИС в конкретной проблемно-

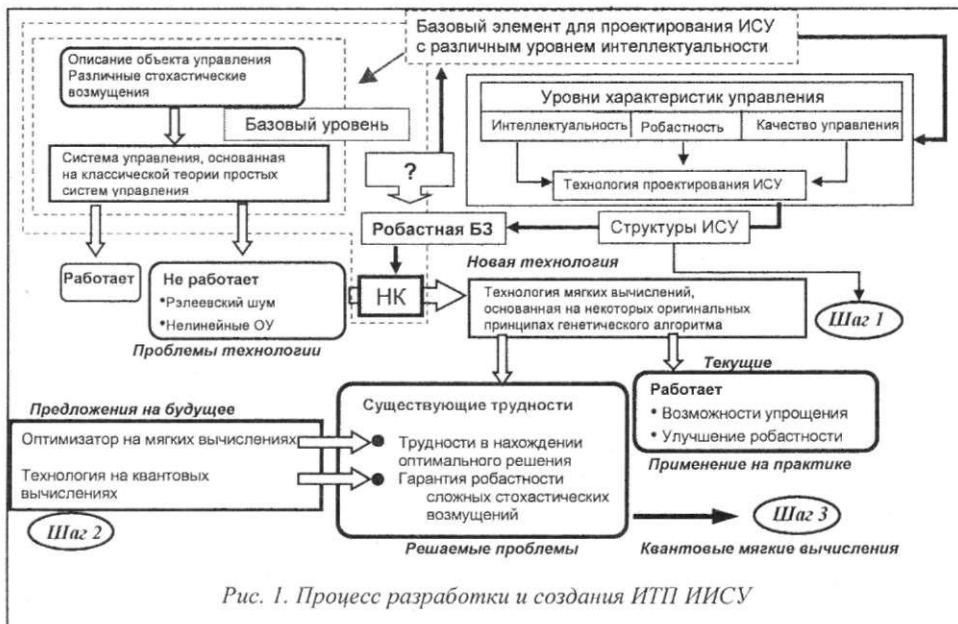


Рис. 1. Процесс разработки и создания ИТП ИИСУ

Следует обратить внимание, что Патентный офис Японии в 2001 году провел анализ ситуации на интеллектуальном рынке, и по результатам объявил новую национальную программу по подготовке экспертов в области формирования и защиты ИС. Цель программы следующая: к 2010 году выйти на первое место в мире в этой области. Доклад, представленный президентом

ориентированной области: *информационной технологии проектирования (ИТП) интегрированных интеллектуальных систем управления (ИИСУ)*.

На рисунке 1 показаны основные компоненты и взаимосвязи ИТП, основанной на новых видах вычислений (мягких и квантовых).

Ключевым пунктом данной технологии является построение метода извлечения объективного знания о процессе управления независимо от опыта экспертов и проектирование объективной БЗ для *нечетких контроллеров (НК)* [8,9], являющихся главной составной частью робастной ИСУ. Технология имеет широкое практическое применение, а ее роль и важность в науке и технике огромна. Поэтому формированию и защите ИС также отводится особая роль в процессе исследований и создания данной технологии.

Особенности юридической защиты ИС

Существующий механизм юридической защиты (как авторское право) недостаточен для защиты интересов разработчиков высоких технологий, особенно таких концепций, как математические алгоритмы, новые виды моделирования и вычислений, новые структуры интеллектуальных систем [1-3,7]. Проблема возникает потому, что основа разработок используется во многих научных дисциплинах, таких как математика (алгоритмы и программы), физика (квантовые вычисления), биофизика (ДНК-вычисления) и т.д. Современные юридические законы и формы защиты ИС не охватывают модели исчислений в данных концепциях и не содержат точных рекомендаций для принятия решения по этим проблемам [10]. Интенсивное развитие высоких информационных технологий в передовых странах привело к необходимости решения данной проблемы.

Патентного офиса Японии Х. Араи правительству страны (CSTP – Совет научной и технической политики) на 60 страницах текста содержал 55 конкретных пунктов по реконструкции существующей системы в области формирования ИС на технологии высокого уровня [11]. По заключению автора, в Патентном офисе Японии нет квалифицированных экспертов, имеющих научную степень **PhD**, в то время как в США больше чем 500 экспертов имеют такую степень [11]. Основой для реализации запланированной программы является укрепление сотрудничества "университет – индустриальная компания" с помощью и координацией со стороны общественного сектора. Достаточно обратить внимание на одну из особенностей этой программы: финансовая поддержка деятельности университета в прямом отношении будет оцениваться с 2004 года по новому параметру: по формированию и эффективному использованию ИС (патентов) [11].

В условиях существующего в мире законодательства и опыта его применения есть некоторые особенности и трудности в процессе формирования и защиты ИС на ИП. Причиной является динамическое развитие технологий высокого уровня, из-за чего эволюционное развитие соответствующего законодательства оказывается часто устаревшим.

Патент на ИП является высшей формой защиты ИС. Однако в связи с развитием высоких информационных технологий часто возникал некоторый объективный конфликт между формальным определением патентоспособности и реально объективной новизной высокотехнологичного ИП. Этот конфликт особенно отчетлив в определении патентоспособности технологий, ориентированных на передовые научно-технические достиже-

ния, в частности технологий, использующих новые концепции теории информатики и искусственного интеллекта или новые типы вычислений (мягкие вычисления, нечеткие алгоритмы управления и т.д.). Конфликт был успешно решен Патентным офисом США, давшим точное определение патентоспособности программного обеспечения и математических алгоритмов [2,3,7].

Предлагаем рассмотреть один из вариантов определения патентоспособности высокотехнологичного ИП – мягкие вычисления и квантовые мягкие вычисления. Определение патентоспособности ИП, относящегося к разряду высокотехнологичного, как правило, бывает трудным для экспертов, и поэтому часто многие разработчики высокотехнологичного ИП не обращают должного внимания на создание ИС на ИП уже в начальной стадии разработки.

В качестве примера можно упомянуть автора известной работы по нечеткой математике и нечеткому управлению Лотфи Заде, который не придал в 1965–1979 гг. должного значения необходимости оформить юридически ИС в виде патента на метод нечеткого управления и на структуру нечеткой системы управления. В результате Т. Ямакава (Технологический институт, Фукуока, Кюсю, Япония), используя основы идеи Л. Заде, разработал 2 типа новых аналоговых аппаратных средств для обработки нечеткой информации (использующих логический вывод Л. Заде) и продемонстрировал в 1987 г. опытный образец нечеткого регулятора. NASA использовало патент и опытный образец в течение двух лет. Фирма "Омрон" (Япония) получила прибыль в 3.3 млрд. американских долларов от производства промышленных систем управления на базе нечетких чипов. При этом фирма "Омрон" в 1991 г. приобрела у Т. Ямакавы 6 патентов и в 1992 г. производила до 10 различного вида нечетких контроллеров, а на презентации разработок фирмы "Омрон" было представлено 60 демонстрационных образцов продукции, основанных на нечеткой логике Л. Заде [13].

Одним из компетентных примеров современного подхода к защите ИС в области высокой информационной технологии может служить патент Л.К. Гровера на квантовый поисковый алгоритм (для поиска в существенно неструктурированных БД). В этом случае такой ИП, как квантовый алгоритм (на основании новизны и прикладной ценности) имеет повышенную патентоспособность, поскольку основан на высокотехнологичном ИП и математическом инструментарии типа квантовых вычислений и является новым шагом в научно-информационной технологии [14].

Как мы можем видеть из рисунка 1, изменение типов и моделей вычисления (шаги 1-3), приводит в результате к последовательному увеличению уровня интеллектуальности проектируемой интеллектуальной системы управления (ИСУ). Ос-

нованная на этом подходе ИС была создана в форме патентов [15-18].

После формирования ИС на ИП требуется создание *торговой марки* (ТМ) на индустриальный образец. В нашем примере – это оптимизатор БЗ с новыми видами вычисления, основанный на разработанной информационной технологии. В данном случае прежде всего необходимо создать ТМ на основные компоненты технологии. При этом ТМ должна включать также некоторое семантическое описание содержания ИП.

Особенности информационной технологии проектирования

Как упоминалось выше, современные технологии проектирования, основанные на высокотехнологичном ИП, содержат в сконцентрированном виде ценную информацию и результаты, заимствованные или вновь разработанные из многих областей науки и техники. Такое создание технологии представляет продолжительный творческий процесс. Помимо общих законов, описывающих формирование ИП, существует еще и набор дополнительных слабоформализованных факторов, вытекающих из конкретной прикладной области. Один из типичных примеров – развитие ИТП робастной ИИСУ.

Проведенные исследования [19-22] показывают, что ИСУ имеют следующие особенности и преимущества:

- содержат основные преимущества традиционных систем управления с обратной связью типа устойчивости, управляемости и т.д., которые составляют научную базу для технологии проектирования ИСУ;
- имеют оптимальную БЗ (с точки зрения данного критерия качества управления), а принцип неразрушения нижнего уровня управления также имеет возможность корректировки и адаптации к ситуации управления в условиях неопределенности;
- гарантируют требуемый уровень робастности управления на основе разработанной БЗ;
- являются открытыми системами и позволяют вводить дополнительные критерии качества управления и ограничения на качественные характеристики процессов управления.

Внесенные в список особенности технологии проектирования ИСУ характеризуют данную технологию как первый высокий уровень и показывают, что он имеет элементы существенной новизны (как на отдельные компоненты, так и на структурном уровне в целом).

На рисунке 2 показан процесс проектирования робастных структур ИСУ (научно-технические особенности представлены в [8]).

Как видим, основой разработки высокого уровня технологии является высокая информационная технология, ИП, сделанный в области мате-



Рис. 2. Процесс проектирования робастных интегрированных ИСУ

матики (алгоритмы, программы), физики (квантовые вычисления), биофизики (ДНК-вычисления) и т.д.

Рассмотрим роль отмеченных особенностей в формировании информационной технологии как обобщенного ИП, содержащего фрагменты отдельных независимых ИП.

Одним из существенных признаков новизны ИП является его патентоспособность, которая влечет за собой необходимость его защиты.

ИС для этапа технологии

Рассмотрим конкретную прикладную проблему для современной теории управления: проектирование робастной БЗ ИИСУ.

Основная проблема состоит в оптимизации процесса проектирования робастной БЗ для НК (рис. 1). Опишем опыт формирования ИС для конкретного этапа технологии проектирования БЗ.

Как было упомянуто, процесс извлечения, обработки, и формирования знаний представляет одну из центральных проблем теории искусственного интеллекта. Эксперт в процессе проектирования БЗ для ИСУ передает собственные знания в БЗ и, следовательно, возникает проблема объективизации БЗ. С новыми методами вычисления типа мягких вычислений (основанных на генетических алгоритмах (ГА) и нейронных системах), квантовых и квантовых мягких вычислениях возможно формализовать и оптимизировать объективный процесс извлечения БЗ, обрабатывая и формируя БЗ, не зависящую от субъективных знаний эксперта [8,9].

Рассмотрим отдельные особенности процесса проектирования БЗ, представляющую центральную проблему в искусственном интеллекте.

1. Отличительной особенностью ИСУ является наличие робастности. При этом каждый интеллектуальный уровень системы управления должен соответствовать уровню робастности. Для увеличения робастности ИСУ был разработан "принцип обратной интеллектуальной связи" [8,9]. Это по-

зволяет использовать информацию, извлеченную из динамического поведения классического ПИД-регулятора и из объекта управления (ОУ) для построения объективной БЗ проектируемого НК.

2. Современные технологии проектирования ИСУ, базирующиеся на нечеткой нейронной сети (ННС) как инструментарию процесса обучения. В общем случае ННС не гарантирует достижение желательной (проектируемой) точности аппроксимации обучающего сигнала и, как следствие, часто дает увеличение чувствительности динамического поведения ОУ (уменьшение робастности). Это демонстрировалось на различных классах стохастических возмущений и ОУ [23]. Для устранения дефектов ННС был разработан программный инструментарий, основанный на ГА [8]. Это позволило проектировать необходимый уровень точности аппроксимации обучающего сигнала и гарантировать его достижимость.

3. Для данного этапа проектирования робастной БЗ для ИИСУ доказан физический принцип управления, позволяющий объединить различные критерии качества управления и найти соответствие между требуемым уровнем робастности управления и требуемой ценности информации, включенной в соответствующие правила управления БЗ. Это позволяет определить необходимый уровень интеллектуальности и его соответствия уровню робастности управления в зависимости от сложности конкретной проблемы управления.

Кратко рассмотрим основные физические принципы, позволяющие устанавливать взаимосвязь между качественными характеристиками динамического поведения ОУ – устойчивостью, управляемостью и робастностью управления. Для этой цели использовались информационный и термодинамический подходы, соединяющие динамическую устойчивость (функция Ляпунова), управляемость и робастность однородным аналитическим условием.

Рассмотрим динамическую систему объекта управления, описанную уравнением

$$\frac{dq}{dt} = \varphi(q, t, u), \tag{1}$$

где q – вектор обобщенных координат, описывающий динамическое поведение ОУ; u – управляющая сила; t – время.

Необходимые и достаточные условия асимптотической устойчивости динамической системы, описанной уравнением (1), определены ограничениями на функцию Ляпунова, которая имеет два важных свойства:

1) строго положительная функция от обобщенных координат, $V > 0$;

2) полная производная во времени от функции Ляпунова должна быть меньше или равна нулю (неположительная функция) $\frac{dV}{dt} \leq 0$.

Согласно внесенным в список требованиям к функции Ляпунова, мы выберем в качестве функции Ляпунова следующую функцию:

$$V = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i^2 + \frac{1}{2} S^2, \quad (2)$$

где $S = S_p - S_c$ – производство энтропии в открытой системе; S_p – энтропия ОУ, S_c – энтропия ПИД-контроллера.

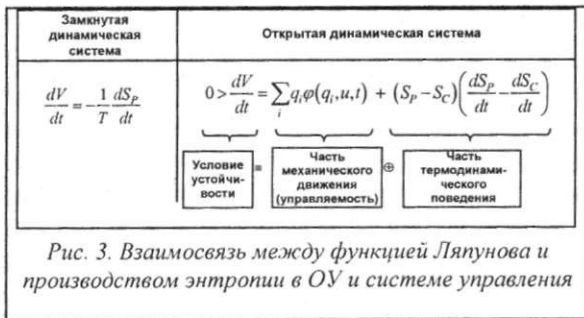
Из уравнения (2) видно, что первое условие выполнено автоматически. Мы требуем выполнения второго условия $\frac{dV}{dt} \leq 0$. Полная производная во времени от функции Ляпунова, описанной выше, имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n 2\dot{q}_i q_i + \frac{1}{2} 2S \cdot \dot{S} = \sum_{i=1}^n \dot{q}_i q_i + S\dot{S} = \\ &= \sum_{i=1}^n q_i \cdot \varphi(q, t, u) + (S_p - S_c)(\dot{S}_p - \dot{S}_c). \end{aligned}$$

Таким образом, имеем [см. 19]:

$$\underbrace{\frac{dV}{dt}}_{\text{устойчивость}} = \underbrace{\sum_{i=1}^n q_i \cdot \varphi(q, t, u)}_{\text{управляемость}} + \underbrace{(S_p - S_c) \cdot (\dot{S}_p - \dot{S}_c)}_{\text{робастность}} \leq 0. \quad (3)$$

На рисунке 3 показана взаимосвязь между функцией Ляпунова и производством энтропии в ОУ и в системе управления.



Уравнение (3) описывает физический закон качества управления и объединяет различные меры качества управления типа *устойчивость, управляемость и робастность*.

Таким образом, взаимосвязь между устойчивостью (по Ляпунову) и робастностью, описанной уравнением (3), является основным физическим законом для проектирования ИСУ. Этот закон – основа для прикладной технологии проектирования БЗ робастной ИИСУ (с различными интеллектуальными уровнями), основанный на мягких вычислениях.

4. Мягкие вычисления создают возможность для развития универ-

сального аппроксиматора обучающего сигнала в ИСУ, который выдает необходимую минимальную (ценную) информацию о рациональном поведении ОУ.

Таким образом, информационная технология проектирования включает математически доказанные и физически обоснованные характеристики качества процессов управления. Поэтому определение робастности, столь важной для процессов управления, может быть корректно определено через устойчивость и управляемость (см. рис. 4) и содержит минимум необходимой начальной информации для достижения и сохранения требуемого качества управления.

В свою очередь, метод описания процесса извлечения данных, обработки информации и формирования БЗ представляет высокотехнологичный ИП, требующий создания ИС и ее защиту.

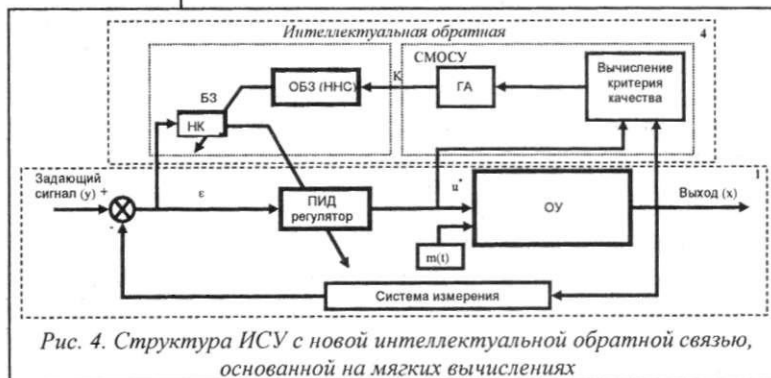
Процесс проектирования БЗ реализован *новым* видом интеллектуальной обратной связи. На рисунке 4 этот процесс показан в деталях.

Новизна данного процесса позволяет говорить о его патентоспособности. Инструментарий проектирования и оптимизации БЗ также является патентоспособным. Изменяя модели описания ОУ (рис. 4), мы получаем разнообразие применений универсального процесса извлечения знаний, обработки информации и формирования робастной БЗ для ИИСУ данного класса.

Для *защиты ИП* прежде всего необходимо обозначить типы новизны в разработанном ИП.

Во-первых, ИП состоит из структуры ИИСУ с новым типом интеллектуальной обратной связи и включает новый тип ГА с дискретными или непрерывными ограничениями на переменные. Структура содержит новый оптимизатор на мягких вычислениях (SCO) для аппроксимации обучающего сигнала (ОС) и формирования БЗ для НК.

Новый вид вычисления (в прикладной математике) и физический закон управления, основанный на принципе минимума производства энтропии, как в ОУ, так и в традиционном регуляторе являются объективными основами для процесса проектирования БЗ в НК. Поэтому на основе разработанной структуры ИИСУ мы можем создавать ИС, которая защищена патентами [15-18].



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 грубого и тонкого регулирования параметров функции принадлежности в производственных правилах БЗ, и для оптимизации ее структуры. Способ использования данного продукта рассмотрен в [8]. Таким образом, программный инструментариий представляет патентоспособный ИП.

Процесс проектирования БЗ может быть разделен на два подэтапа: 1) обработка данных и формирование знаний; 2) программная и инструментальная поддержка процесса проектирования с целью оптимизации структуры БЗ.

Таким образом, создание ИС на ИП возможно при условии новизны компонентов в системе моделирования или в программной инструментальной поддержке.

Следующим важным шагом в процессе юридической защиты ИП является создание ТМ на индустриальный образец. В таблице показан процесс формирования ТМ для разработанного инструментариия.

Семантическое содержание оптимизатора БЗ включено в название их ТМ. Таким образом, логический результат разработанной ТМ таков [24]:

- (1) SCOptKB™;
- (2) QCOptKB™;
- (3) QSCOptKB™.

Следующей стадией защиты ИС является создание защиты авторского права на копирование созданного ИП.

Таблица

Логический процесс формирования ТМ на оптимизатор БЗ

№	Вычисления и сокращения	Действия и сокращения	Объект оптимизации	ТМ
1	Мягкие вычисления (SC)	Оптимизация (выбирает)	База знаний (KB)	SCOptKB
2	Квантовые вычисления (QC)	Оптимизация (выбирает)	База знаний (KB)	QCOptKB
3	Квантовые мягкие вычисления (QSC)	Оптимизация (выбирает)	База знаний (KB)	QSCOptKB

Таким образом, на данном примере мы показали, что создание однородной цепи "Патент-ТМ-Авторское право" является необходимым и достаточным условием юридической и правовой защиты программного ИП.

Автор выражает благодарность Заде Л.А., Алиеву Р.А., Алиеву Ф.Т., Джамшиди М., Литвинцевой Л.В., Язенину А.В., Панфилову С.А за их помощь и плодотворные критические замечания при подготовке данной публикации.

Список литературы

1. Samuelson P. Intellectual property for an information age. Communications of the ACM, 2001, Vol.44, № 2, pp. 67-68.

2. Samuelson P. Why reform the U.S. Patent system? Communications of the ACM, 2004, Vol. 47, № 6, pp. 19-23.

3. Lee W. Henderson. Patent history. IEEE Antennas and Propagation Magazine, 1999, Vol. 41, №.6, pp. 123 – 125; "The patentability of software and mathematical algorithms for computational electromagnetic", In: Proc. Intern. Conference, China, 1999, p.1 – p.2; and "Means-plus-function claims (and new developments in patentability of pure algorithms)", IEEE Antennas and Propagation Magazine, 1999, Vol. 41, №.5, pp. 130 – 132.

4. Hernando I. The legal protection of IT components Part I", Intert. J. Computer Law & Security Report, Vol. 19, Issue 3, 2003, pp. 192-200; "The legal protection of IT components Part II – other intellectual [property laws applicable to IT components]", Intert. J. Computer Law & Security Report, Vol. 19, Issue 4, 2003, pp. 272-281.

5. Vaver D. Invention in patent law: A review and a modest proposal. Intern. J. Law and Information Technology, 2003, Vol. 11, No 3, pp. 287 – 307.

6. Yeap T., Loo G.H. and Pang S. Computational patent mapping: Intelligent agent for nanotechnology. In: Proc. Intern. Conference on MEMS, NANO and Smart Systems (ICMENS'03), 2003, pp. 1 –5.

7. Durell K.L. Intellectual property protection for computer software: How much and what form is effective. Intern. J. Law and Information Technology, 2000, Vol. 8, No 3, pp. 231 – 262.

8. Панфилов С.А., Литвинцева Л.В., Такахаша К., Ульянов С.С., Язенин А.В., Ульянов И.С., Хагивара Т. Программная поддержка процессов формирования, извлечения и проектирования баз знаний робастных интеллектуальных систем управления. // Программные продукты и системы. – 2004. – № 2. – С. 2-10.

9. Кураваки И., Литвинцева Л.В., Панфилов С.А., Ризотто Г.Г., Такахаша К., Ульянов И.С., Хагивара Т. и Язенин А.В. Построение робастных баз знаний нечетких регуляторов для интеллектуального управления существенно-нелинейными динамическими системами. I. Применение технологии мягких вычислений. // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 4. – С. 127 -145.

10. P.B. de Laat. Patenting mathematical algorithms: What's the harm? A thought experiment in algebra. International Review of Law and Economics, 2000, Vol. 20, pp. 187 -204.

11. Cyranoski D. Japanese forum urges rethink over patents. Nature, 2002, Vol. 415, 24 January, p. 354; and "Japan lays out 55-point plan," Nature, 2002, Vol. 419, p. 116.

12. Ревинский О.В. Патентоспособность технических решений с компьютерным программным обеспечением. // Патенты и лицензии. – 2003. – № 12. – С. 20.

13. Захаров В.Н., Ульянов С.В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления. Ч. 1. Научно-организационные, технико-экономические и прикладные аспекты. // Изв. РАН. Сер. Технич. киберн.- 1992. – № 5. – С. 171-196.

14. US patent N US 6 317 766 B1, 2001. Fast quantum mechanical algorithms" (Inventor: L.K. Grover).

15. US patent № 6,415,272 B1, 1998. System for intelligent control based on soft computing. (Inventor: S. V. Ulyanov).

16. US patent N 6,411,944 B1, 1997. Self-organizing control system. (Inventor: S.V. Ulyanov).

17. US patent N 6,415,272 B1, 1998. System for intelligent control based on soft computing. (Inventor: S.V. Ulyanov).

18. US patent N 6,578,018 B1, 2003. System and method for control using quantum soft computing (Inventor: S.V. Ulyanov).

19. Петров Б.Н., Уланов Г.М., Гольденблат И.И. и Ульянов С.В. Теория моделей в процессах управления: Информационные и термодинамические аспекты. - М.: Наука, 1978.

20. Петров Б.Н., Уланов Г.М., Гольденблат И.И. и Ульянов С.В. Информационно-семантические проблемы процессов управления и организации систем - М.: Наука, 1977.

21. Захаров В.Н., Ульянов С.В. Нечеткие промышленные системы управления и регуляторы. Ч. 1-4 // Изв. АН СССР. Технич. киберн., 1992. - № 5; 1993. - № 3, 4; 1994. - № 5.

22. Алиев Р.А., Ульянов С.В. Нечеткие модели процессов и систем управления. / Итоги науки и техники. Сер. Технич. киберн. – 1990. - Т. 29; 1991. - Т. 32.

23. Litvintseva L.V., Takahashi K., Panfilov S.A., Ulyanov I.S., Ulyanov S.S. Intelligent Robust Control Design based on New Types of Computations, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Technologie dell'Informazione, Polo Didattico e di Ricerca di Crema, Vol. 60, 2004.

24. Ulyanov S.S. Engineering management of intelligent control system: information technologies of KB – design, creation and protection problems of the intellectual property". In Proc.: Sixth International Conference on Application of Fuzzy System and Soft Computing. Barcelona, Spain September 28-30, 2004. pp. 98-108.