

УДК 519.816+004.89

И.Б. СИРОДЖА, В.А. ПОСТЕРНАКОВА, Л.А. ВОЛОБУЕВА

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ СРЕДСТВАМИ ИНЖЕНЕРИИ КВАНТОВ ЗНАНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ МОШЕННИЧЕСТВА И ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

*Сформулирована и решена актуальная задача принятия решений математическими средствами инженерии квантов знаний (ИКЗ) для защиты от мошенничества и дебиторской задолженности в коммуникационных сетях. Эффективность знаниеориентированных решений обеспечивается предложенной обучаемой сетевой моделью причинно-следственного вывода в ИКЗ в виде t-квантовой (точной) сети вывода решений (t-КСВР) как достоверных событий в условиях неполноты данных. Особенность t-КСВР состоит в одновременном выполнении роли базы t-квантов знаний (Btk3) и дедуктивного сетевого механизма причинно-следственного вывода целевых t-квантов-следствий из Btk3 по наблюдениям.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, поддержка принятия решений, защита от мошенничества, фрод, ИСППР, биллинговая система

### Введение

Стремительный рост популярности технологий мобильной связи неожиданно породил вредоносную глобальную проблему, связанную с возрастающими потерями больших денежных средств компаниями мобильных операторов из-за мошенничества и дебиторской задолженности в телекоммуникационных сетях [1].

По оценкам аналитиков компании «Ericsson» потери провайдеров услуг мобильной связи от мошенничества на мировом рынке сотовой связи превышает один миллион долларов в год, а их ежегодный прирост достигает 5-7%. Многочисленные факты изолированного обмана свидетельствуют о развитии мошенничества (Fraud) параллельно с развитием сотовой связи. Помимо прямых убытков от действия злоумышленников возникают и побочные, связанные, например, с потерей доверия лояльных пользователей, со снижением удовлетворенности клиентов качеством обслуживания и т.п. В таких условиях разработка и внедрение автоматизированных систем борьбы с мошенничеством (АСБМ) (в англоязычной терминологии Fraud Management System – FMS) является весьма актуальной и полностью отвечает интересам операторов мобильной связи и поставщиков услуг. [2, 3]

Главенствующее значение в создании АСБМ имеют математические модели и методы принятия решений для защиты от мошенничества и дебиторской задолженности в телекоммуникационных сетях. Опубликованы сведения о том, что в зависимо-

сти от функциональности систем поддержки принятия решений (СППР) в АСБМ, а также наличия в компании комплексного подхода к проблеме защиты от мошенничества, уровень потерь можно снизить более, чем на 50%. [3] Под комплексным подходом понимают интеграцию АСБМ с механизмами предбиллинга как предварительной обработки данных использования коммуникационной сети абонентами. В настоящее время на телекоммуникационном рынке предлагается большое количество СППР для выявления и борьбы с мошенничеством, называемых «антифродовыми» FMS, как российских (Telesoft-Russia), так и зарубежных производителей Hewlett-Packard, Nortel Networks, Lucent Technologies, Risk Wise, Lightbridge, Basset и др. [1-3]. Они делятся на две основные группы: системы противодействия мошенничеству и системы по предупреждению мошенничества. В первую группу входит комплекс Compaq Fraud Management System (CFMS) как мощная и гибкая программная среда, позволяющая также автоматически запускать процедуры реагирования поставщика услуг в соответствии с принципами и политикой компании в отношении мошенничества. Например, процедурами реагирования могут быть команда системе мер предосторожности о приостановке предоставления услуг, а также сообщение оператору о необходимости немедленно связаться с абонентом. Во вторую группу систем предупреждения входит аутентификационный центр Compaq Telecom AC, который позволяет обнаружить и предотвратить мошенничество до его появления, обнаружить параллельный доступ в режиме реального

времени и подготовить специализированные отчеты.

Несмотря на огромное количество предлагаемых различными производителями решений, во всех FMS используются общие алгоритмы, которые можно условно классифицировать на три группы. [2, 3]

1. Адаптивные алгоритмы, основанные на использовании неуправляемых нейронных сетей, способных обучаться распознавать режим работы абонента и выдавать сигнал тревоги при подозрительных режимах. Такая FMS создает абонентские профили, отвечающие определенному режиму работы, и способна оценивать текущий режим по сравнению с предшествующим и прогнозируемым поведением абонентов. Недостаток нейронной FMS заключается в невозможности научить ее выявлять неизвестные действительные параметры вероятных изменений поведения пользователей, из-за чего при неверном их определении умный мошенник останется необнаруженным.

2. Алгоритмы использующие инструктивный подход на базе применения управляемых нейронных сетей или решающих правил (rule-based), в которые вводятся реальные примеры мошенничества, чтобы научить FMS тому, что именно следует распознавать. Решающие правила синтезируются также на основе анализа примеров для выявления характерных особенностей мошенничества, а затем применяются с использованием граничных значений или относительных критериев. Недостаток таких FMS состоит в том, что они не в состоянии выявить новые виды мошенничества в силу инструктивного подхода.

3. Алгоритмы, основанные на использовании аналитического метода расследования нарушений и способные выявлять слабые места в процедурных и технических спецификациях. FMS, использующие такие алгоритмы, имеют те же недостатки, что и входящие в 1 и 2 группы.

Кроме этого известны короткие публикации о знаниеориентированных алгоритмах, используемых в экспертных системах (ЭС) с продукционными и фреймовыми базами знаний, которые постепенно находят применение в целях борьбы с мошенничеством. Но, к сожалению, ни в каких публикациях не содержатся ни постановки задач знаниеориентированного принятия решений для защиты от мошенничества, ни описания моделей и методов решения конкретных задач в данной предметной области.

Развитие технологий связи идет в направлении создания мобильных сетей 3-го поколения, способных предоставлять пользователям весь спектр современных телекоммуникационных услуг. Одними из самых перспективных услуг 3-го поколения считают услуги мобильной электронной коммерции. По мнению аналитиков переход к 3G-системам резко

обострит проблемы информационной безопасности, так как новые услуги не только очень привлекательны, но и таят в себе большие возможности для незаконного обогащения. Если сегодня основная цель мошенников состоит в уклонении от оплаты услуг связи, то с внедрением 3-4G сетей можно ожидать смещение интересов мошенников в сторону хищения передаваемой по сети информации, к совершению покупок за чужой счет и т.д. В связи с этим, актуальность разработки и внедрения эффективных специализированных FMS в перспективе еще больше возрастает. [3]

Настоящая работа посвящена постановке и решению актуальной задачи принятия решений математическими средствами инженерии квантов знаний (ИКЗ) [4] для защиты от мошенничества и дебиторской задолженности в коммуникационных сетях. Выбор моделей и методов ИКЗ не случаен. Во-первых, они базируются, в отличие от упомянутых (существующих), на принципиально новом представлении знаний алгоритмическими структурами различных уровней сложности (символ – 0-й уровень, символьный вектор – 1-й уровень и символьная матрица – 2-й уровень), которые называются разноуровневыми квантами знаний или k-знаниями. Разноуровневые k-знания имеют три составляющие: смысловую (семантика), информационную, операторную и представляются в множественной, векторно-матричной и предикатной формах для описания информационных квантовых событий. Во-вторых, с помощью квантовых средств удобно моделировать причинно-следственные рассуждения человека при логическом формировании искомого решения-следствия и можно существенно упростить вычислительные процедуры компьютерного манипулирования k-знаниями за счет векторно-матричного представления. При этом эффективность принятия знаниеориентированных решений обеспечивается обучаемой на сценарных примерах обучающих знаний (СПОЗ) сетевой моделью причинно-следственного вывода в виде t-квантовой (точной) сети вывода решений (t-КСВР) как достоверных событий при неполных данных. Особенность t-КСВР состоит в том, что она одновременно выполняет роли индуктивно синтезируемой базы tk-знаний (Btk3) и сетевого механизма дедуктивного вывода целевых tk-знаний – следствий из Btk3 по фиксированным наблюдениям.

Наличие отмеченных особенностей используемых средств ИКЗ позволяет исключить указанные ранее недостатки существующих алгоритмических средств FMS. Однако, предстоит все же решать непростую, извечную проблему индуктивного построения некоторой базы знаний в режиме обучения, т.е. Btk3 в виде системы имплицативных и/или

функциональных закономерностей в процессе защиты от мошенничества в телекоммуникационных сетях. Ниже формулируется один из частных случаев такой проблемы с принятием антифродовых решений и предлагается способ ее решения средствами ИКЗ. [4, 5]

### Постановка задачи

Содержательная постановка задачи состоит в индуктивном построении в режиме обучения компьютера на заданных СПОЗ сетевой функциональной БткЗ как структурно полной системы функциональных закономерностей относительно фактов мошенничества в телекоммуникационных сетях для принятия антифродовых решений.

### Модели и методы инженерии квантов знаний для поддержки принятия антифродовых решений

Приведем необходимые понятия и определения. Под объектом принятия решений (ОПР) мы понимаем кортеж или вектор измеренных разнотипных характеристик (признаков)  $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$  реального объекта, процесса, явления (ситуации) любой природы, относительно которого требуется согласно законному критерию принять эффективное идентификационное либо прогнозное решение как целевое следствие  $x_n = x_{n+1}$ , вытекающее из посылочных данных  $X$ .

По определению В.М. Глушкова необходимы условиями эффективности принимаемых решений являются своевременность, полнота и оптимальность. Первое условие служит ограничением, а остальные два – определяющими фундаментальными условиями. Требование полноты (комплектности) предполагает необходимость всестороннего учета влияния на решения внутренних и внешних факторов, а также их взаимосвязи. Это приводит, с одной стороны, до увеличения размерности и многокритериальности задачи принятия решений, а с другой стороны – к повышению информационной неопределенности из-за неполноты знаний, неточности измерений и упрощения математических моделей. Таким образом, принятие эффективных решений связано с необходимостью решения оптимизационных задач в условиях многокритериальности, а также неопределенности структуры и параметров модели выбора решений. В нашем случае ИКЗ предлагает модель неявного многокритериального выбора решений, основанная на индуктивном синтезе базы знаний в форме БткЗ= t-КСВР как системы функциональных закономерностей, накопленных экспертами, благодаря знаниям и опыту работы в

условиях многокритериальности и неопределенности. Неявность многокритериального оценивания альтернативных решений  $z_j \in Z$  из допустимого множества  $Z$  кроется в манипулировании формализованными знаниями в виде t-КСВР, отображающей экспертные многофакторные предпочтения относительно полезности решений без явного использования частичных критериев. Множество  $Z$  представляет собой конечную совокупность отличающихся структурой и параметрами допустимых t-КСВР, полученных посредством обучения на СПОЗ из различных источников знаний. Полезность комплекса целенаправленных решений  $z_j = t\text{-КСВР}$  характеризуется критерием эффективности  $K_{\alpha}(z_j)$ , который определяет вероятность принятия ошибочного решения на контрольной выборке  $T_k(m_k, n_k)$  ситуаций при использовании конкретной t-КСВР. Поэтому предлагаемую модель неявного многокритериального оценивания эффективности альтернативных решений можно представить в общем виде:

$$\Phi(z_j) = F[K_{\alpha}(z_j), B], \quad (j = 1, 2, \dots, l), \quad (1)$$

где  $\Phi(z_j)$  – обобщенная оценка альтернативных решений  $z_j \in Z$ , вычисляемая по заданной методике;

$B$  – кортеж параметров модели;

$F$  – оператор, характеризующий структуру модели, т.е. вид зависимости между ее входом и выходом.

В отличие от традиционной полиномиальной аппроксимации зависимости (1) мы используем предикатное представление оператора  $F$  в виде дизъюнкции  $S$  булевых функций  $F_i$ , ( $i=1, \dots, S$ ), описывающих квантовые пути рассуждений в t-КСВР относительно  $S$  целевых следствий-решений.

**Определение 1.** СПОЗ – это сценарные примеры обучающих знаний, которые формируются экспертами по предметной области и описывают отдельные объективные фрагменты сценария логических рассуждений при формировании решений в форме высказывания продукционного типа:

$$\begin{aligned} \text{ЕСЛИ (логическая комбинация посылок } e_i) \\ \text{ТО } G_j \text{ (следствие)} \end{aligned} \quad (2)$$

с учетом степени достоверности высказываний.

Задание СПОЗ осуществляют с помощью пополняющейся в режиме обучения булевой сценарной матрицы (БСМ) инцидентности, содержащей логические связи « $\wedge$ », « $\vee$ », « $\neg$ » между входящими дугами в вершину-следствие графа  $G_{\text{СП}}$ , отвечающего СПОЗ. Процесс пополнения БМИ происходит, как правило, в диалоге с экспертами и завершается при получении структурно-полного графа  $G_{\text{ЛС}}$  ЛСВР, т.е. такого, в котором существует хотя бы один путь от входных вершин-посылок до каждой из выходных (целевых) вершин-следствий.

Своеобразным видоизменением СПОЗ можно считать таблицу эмпирических данных (ТЭД)  $T_0(m, n)$ , состоящую из  $m$  строк – наблюдений над ОПР с  $n$  признаками объекта принятия решений (ОПР):

$$T_0(m, n) = \{X^{(i)}\}_{i=1}^m = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i\}, i = \overline{1, m}. \quad (3)$$

ТЭД =  $T_0(m, n)$  вида (3) используется как обучающая выборка, если какой-либо из  $n$  признаков служит целевым, а остальные – посыльными данными.

При этом семантика  $i$ -й строки в (3) описывается высказыванием продукционного типа (2), например, так:

«ЕСЛИ при наблюдении за ОПР  $\omega$  зафиксированы значения признаков  $x_1^i$  и  $x_2^i$  и ... и  $x_{n-1}^i$ , ТО он обладает целевым признаком  $x_n^i = x_n^i$ ».

**Определение 2.** Логической сетью возможных рассуждений (ЛСВР) называется синтезированный в режиме обучения по заданным СПОЗ с помощью алгоритма тАЛОБУЧ-В ориентированный граф  $G_{ЛС} = (E_{Л}, \Gamma_{Л})$ , который имеет порядковую функцию  $P(X_i) = k, \forall X_i \in E_{Л}$ , определенную на подмножествах-уровнях вершин  $N_0, N_1, \dots, N_r \subset E_{Л} \in G_{ЛС}$  и обладает следующими свойствами:

1) все вершины (узлы сети)  $X_i \in E_{Л}, (1 \leq i \leq q)$  отвечают высказываниям из СПОЗ конкретной предметной области, а дуги с логическими связками  $(\wedge, \vee, \bar{\phantom{x}})$  из  $\Gamma_{Л} : E_{Л} \rightarrow E_{Л}$  указывает на причинно-следственные связи между узлами;

2) все узлы  $X_i \in N_0 \subset E_{Л}$  при  $\Gamma_{Л}^{-1}N_0 = \emptyset$  соответствуют входным посылкам  $e_j, (1 \leq j \leq q_e)$  относительно некоторых промежуточных следствий  $C_k, (1 \leq k \leq q_c)$ ;

3) все узлы  $X_i \in N_r \subset E_{Л}$  при  $\Gamma_{Л}N_r = \emptyset$  отвечают заданным  $S$  целевым (выходным) узлам-следствиям  $C_s, (1 \leq s \leq S)$ , а узлам  $X_i$ , относящиеся к уровням  $N_1, N_2, \dots, N_{r-1}$ , отвечают промежуточным следствиям  $C_k$ .

**Определение 3.** Целенаправленной  $t$ -квантовой сетью вывода решений ( $t$ -КСВР) называется результат преобразования графа  $G_{ЛС}$  ЛСВР посредством алгоритма тАЛАКВА-В в  $t$ -квантовый граф  $G_{tk} = (E_{tk}, \Gamma_{tk})$ , который обладает следующими свойствами:

1) все узлы  $X_i \in E_{tk}$  соответствуют автоматически сгенерированным разноуровневым  $tk$ -знаниям путем трансформации ЛСВР, а дуги  $u_{ij} \in \Gamma_{tk}$  отображают логические связи между  $t$ -квантовыми событиями;

2) все узлы  $X_i \in N_0 \subset E_{tk}$  при  $\Gamma_{tk}^{-1}N_0 = \emptyset$  отвечают входным  $tk$ -знаниям (посылкам) с именами  $e_j, j = \overline{1, q_{ek}}$  относительно  $tk$ -знаний (промежуточных следствий) с именами  $C_k, (1 \leq k \leq q_{ck})$ ;

3) узлы уровней  $N_1, N_2, \dots, N_{r-1} \subset E_{tk}$  отвечают промежуточным  $tk$ -знаниям-следствиям, а все узлы  $X_i \in N_r$  при  $\Gamma_{tk}N_r = \emptyset$  являются целевыми  $tk$ -знаниями (искомыми решениями) с именами  $C_s, (1 \leq s \leq S)$ ;

4)  $t$ -КСВР служит одновременно базой  $t$ -квантом знаний (БтКЗ) и функциональным сетевым  $t$ -квантовым механизмом причинно-следственного вывода совокупности  $S$  целевых решений  $C_S$ , описываемой дизъюнкцией бинарных предикатов  $\Phi_S$ , отвечающих каждому  $C_s, s = \overline{1, S}$ .

На основании содержательного описания задачи и определений 1, 2, 3 поставим теперь формально задачу знаниеориентированного принятия антифродовых решений в телекоммуникационных сетях. Сокращенно назовем задачу ЗПАР (ТС) и заметим, что ее решение сводится, очевидно, к структурно-параметрической идентификации модели неявного многокритериального оценивания полезности альтернативных решений  $\Phi(z_j)$  (1). При этом параметры модели  $\Phi(z_j)$  можно определить лишь с точностью до интервальной неопределенности, что обусловлено разбросом суждений экспертов при использовании экспертных оценок. Интервальная неопределенность означает, что в процессе идентификации определяются только границы интервала возможных значений параметров  $[b_i^{\min}, b_i^{\max}]$ . В свою очередь, значения переменных  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  также могут быть заданы с точностью до интервальной неопределенности из-за так называемых НЕ-факторов: неполнота знаний, неточность измерений, неконтролируемое влияние внешней среды и т.п. В нашем случае использования достоверных  $tk$ -знаний условия их неполноты, неизвестности информативных признаков ОПР и неточности их измерений будем кратко называть условиями  $t$ -неопределенности. Поэтому в дальнейшем все интервальные величины, используемые при указанных видах неопределенности, будем обозначать символами с волной « $\sim$ ».

Согласно определению 3 отдельное решение  $z \in Z$  всей задачи ЗПАР(ТС) представляет собой сетевую систему логического вывода  $S$  целевых следствий в виде  $t$ -квантового графа  $G_{tk}$   $t$ -КСВР, которая описывается дизъюнкцией всех булевых функций  $F_i[\varphi(\tilde{X}), \tilde{B}_i]$ , отвечающих путям рассуждений в графе  $G_{tk}$  относительно целевых следствий  $C_i, (i = 1, 2, \dots, S)$ . Функции  $F_i$  зависят от алгеб-

раического вида предикатов  $\varphi(\tilde{X})$ , описывающих логику причинно-следственных связей между интервальными значениями  $\tilde{X}$  признаков ОПП, а также от кортежа интервальных параметров  $\tilde{B}_i$ , характеризующих количество t-квантовых узлов в составе t-КСВР и логических связей между ними. Следовательно, модель неявного многокритериального оценивания полезности решений  $\Phi(z)$  (1) приобретает вид

$$\Phi(z) = Q \left[ K_{\exists} \left( \bigvee_{i=1}^S F_i(\varphi(\tilde{X}), \tilde{B}_i) \right) \right], \quad (4)$$

где  $\varphi(\tilde{X})$  – бинарные предикаты, описывающие t-квантовые события в путях рассуждений графа  $G_{tk}$  относительно целевых следствий  $C_i$  в t-КСВР;  $\tilde{B}_i$  – кортеж интервальных параметров, содержащий количество t-квантов в t-КСВР и логические связи между ними в сети  $G_{tk}$ ;  $Q$  – оператор, реализующий выбранную методику вычисления интервальных оценок критерия эффективности решений.

Теперь формально задача ЗПАР(ТС) в условиях t-неопределенности заключается в выборе эффективного решения  $z_{opt} \in Z$  на основе информации относительно интервальных значений полезности решений:

$$z_{opt} = \arg \min_{z \in Z} Q[\tilde{\Phi}(z)], \quad (5)$$

где  $z_{opt}$  – оптимальная t-КСВР, которая обеспечивает вывод системы  $S$  необходимых целевых следствий с минимальной вероятностью ошибочных решений.

В данной работе задача (5) решается методом детерминации интервального значения  $\tilde{\Phi}(z)$ , т.е. путем замены всех интервальных неопределенностей точечными оценками в виде математического ожидания средних значений и т.п. Такой метод позволяет определить только оптимальное решение в среднем по множеству повторяемых решений и не учитывает возможные риски отклонений от расчетной эффективности в конкретной ситуации. Однако, сознательный учет этой информации лицом, принимающим решение (ЛПР), позволяет выбрать более адекватное решение. Для этого в работе предлагается сначала вычислить интервальное значение неявной многофакторной оценки полезности  $\tilde{\Phi}(z)$  и статистические параметры распределения возможных значений внутри интервала, а затем определить правила выбора допустимых эффективных решений в виде функции (5) согласно методике, разработанной в работе [8].

На основании изложенного окончательная формальная постановка задачи ЗПАР (ТС) состоит в следующем.

Заданы:

1) критерий эффективности  $K_{\exists}$  совокупности искомым  $S$  решений для защиты от мошенничества либо от дебиторской задолженности в конкретной коммуникационной сети и контрольная выборка  $T_K(m_K, n)$  наблюдений (ситуаций) с  $n$  посылками  $e_1, \dots, e_n$  и  $S$  целевыми следствиями  $C_1, \dots, C_s$ ;

2) модель  $\tilde{\Phi}(z)$  (4) неявного многокритериального оценивания полезности искомой совокупности  $S$  целевых решений в виде t-КСВР= $Btk3$  согласно определению 3;

3) сформированные ЛПР совместно с экспертом СПОЗ= $G_{СП}$  согласно определению 1 для индуктивного построения t-КСВР в режиме обучения; СПОЗ представлены булевой сценарной матрицей (БСМ) с известным числом  $m$  обучающих наблюдений, расширенным количеством  $N$  значений бинарных признаков ситуаций с посылками  $e_1, \dots, e_n$  и целевыми следствиями  $C_1, \dots, C_s$ ;

4) допустимая пороговая величина  $M_F^*$  из малого интервала  $[0, 1]$  значений оценки сверху достоверности  $D_F$  (вероятности  $p_F(m, N, r)$ ) гипотезы о существовании функциональной закономерности  $r$ -го ранга в допустимом множестве  $T_d$  реальных ситуаций, судя по объему ( $m \times n$ ) обучающих наблюдений; при этом гипотеза принимается, если (по теореме 2 в [4]) выполняется оценочное неравенство:

$$D_F \cong p_F(m, N, r) \leq M_F(m, N, r) = \frac{N!2^{(2^r - m)}}{r!(N - r - 1)!} \leq M_F^* \quad (6)$$

где

$$r_{\min} \leq r \leq r_{\max};$$

$$r_{\min} = 2;$$

$$r_{\max} \leq N;$$

(при выполнении условия (6));

5) алгоритм обучения tАЛОБУЧ-В, алгоритм автоматического квантования tАЛАКВА-В и методика вычисления интервальных оценок эффективности решений задачи ЗПАР(ТС) в условиях t-неопределенности, реализуемая оператором  $Q$ .

Требуется определить оптимальное решение  $z_{opt} \in Z$  задачи ЗПАР(ТС) в соответствии с формулой (5).

Далее излагается методика решения поставленной задачи и приводятся описания алгоритмов tАЛОБУЧ-В и tАЛАКВА-В.

## Методика решения задачи ЗПАР(ТС)

В кратком изложении методика решения задачи ЗПАР(ТС) состоит в последовательном выполнении следующих действий.

1) Синтез логической сети возможных рассуждений (ЛСВР) при формировании искомого целевого следствия  $C_1, \dots, C_s$  в режиме обучения ПЭВМ на СПОЗ посредством алгоритма tАЛОБУЧ-В. ЛСВР имеет вид обладающего порядковой функцией графа  $G_{ЛС}$  с указанием логических связей «И», «ИЛИ», «НЕ» между дугами, входящими в вершину-суждение графа  $G_{ЛС}$  продукционного типа (1). По необходимости предусматривается режим обучения в диалоге с экспертами.

2) Автоматическое квантование суждений-событий ЛСВР  $G_{ЛС}$  посредством алгоритма tАЛАКВА-В с преобразованием  $G_{ЛС}$  в t-квантовый граф  $G_{тк}$ , т.е. в t-квантовую сеть вывода решений (t-КСВР). Трансформация ЛСВР в t-КСВР обеспечивает ей возможность выполнять одновременно роль идентификационной или прогнозной БткЗ и сетевого дедуктивного механизма вывода S целевых решений при обнаружении и предотвращении мошенничества либо при сокращении дебиторской задолженности в телекоммуникационной системе.

3) Применение алгоритма управления t-КСВР tАЛУПР-В для настройки ее работы в режимах «дообучения», «переобучения» и штатного принятия идентификационных или прогнозных антифродовых либо антидолговых решений. Алгоритм tАЛУПР-В изложен в работе [4].

4) Оценивание эффективности допустимых решений и выбор оптимального решения  $z_{opt} \in Z$  задачи ЗПАР(ТС) на основе использования методики, разработанной в работе [8].

Все приведенные действия методики реализуются на единой алгоритмической основе посредством ПЭВМ с использованием разработанных специальных алгоритмов tАЛОБУЧ-В, tАЛАКВА-В и tАЛУПР-В.

Алгоритм tАЛОБУЧ-В (символ «t» указывает на использование тк-знаний, а символ «В» - означает billing) предназначен для индуктивного синтеза ЛСВР при формировании антифродовых целевых решений в биллинговых системах в режиме обучения компьютера на заданных СПОЗ. Под обучением ЭВМ в инженерии квантов знаний (ИКЗ) понимают машинный процесс восстановления в графе  $G_{ЛС}$  вершин-суждений и логических связей между ними с помощью показываемых примеров на всех путях рассуждений, которые ведут от вершин-посылок к

вершинам целевых следствий, отвечающих искомым решениям.

Алгоритм tАЛАКВА-В предназначен для трансформации структурно-полной ЛСВР в t-КСВР путем автоматического преобразования квантовых событий в стандартные t-квантовые структуры. 0-го, 1-го и 2-го уровней. Полученная t-квантовая сеть представляет собой модель принятия решений.

Алгоритм tАЛУПР-В предназначен для логического вывода антифродовых решений по t-КСВР на основе имеющейся информации об использовании услуг, полноте и своевременности оплаты полученных услуг абонентом. Решение, полученное в результате логического вывода по t-квантовой сети, представляет собой рекомендации по дальнейшей работе с абонентом.

## Выводы

Формально поставлена задача знаниеориентированного принятия антифродовых решений в телекоммуникационных сетях. Представлена методика решения указанной задачи методами и средствами инженерии квантов знаний.

## Литература

1. Дич Л.З. Биллинговые системы в телекоммуникациях / Л.З. Дич. – М.: Радио и связь, 2003. – 232 с.
2. Муссель К.М. Представление и биллинг услуг связи / К.М. Муссель. – М.: ЕКО-ТРЕНДЗ, 2003. – 320 с.
3. Чаадаев В.К. Бизнес-процессы в компаниях связи / В.К. Чаадаев. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 176 с.
4. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления / И.Б. Сироджа. – К.: Наукова думка, 2002. – 420 с.
5. Сироджа И.Б. Модели и методы инженерии квантов знаний для принятия решений в системах искусственного интеллекта / И.Б. Сироджа, И.А. Верещак // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. Харк. ун-та Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – Вип. 8(57). – X., 2006. – С. 63-81.
6. Вебер А.В. Knowledge-технологии в консалтинге и управлении предприятием / А.В. Вебер, А.Д. Данилов, С.И. Шифрин. – СПб.: Наука и Техника, 2003. – 170 с.
7. Дресвянников В.А. Построение систем управления знаниями на предприятии / В.А. Дресвянников. – М.: КНОРУС, 2006. – 344 с.
8. Сироджа И.Б. Оценивание качества идентификационных и прогнозных решений в инженерии квантов знаний // Бионика интеллекта. – 2008. – № 2 (69). – С. 77-83.

Поступила в редакцию 12.02.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационных управляющих систем О.Е. Федорович, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

**ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗАСОБАМИ ІНЖЕНЕРІЇ КВАНТІВ ЗНАНЬ  
ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ШАХРАЙСТВА І ДЕБІТОРСЬКОЇ ЗАБОРГОВАНОСТІ  
В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ**

*І.Б. Сіроджа, В.А. Постернакова, Л.О. Волобуєва*

Сформульована і вирішена актуальна задача прийняття рішень математичними засобами інженерії квантів знань (ІКЗ) для захисту від шахрайства і дебіторської заборгованості в комунікаційних мережах. Ефективність знанняорієнтованих рішень забезпечується запропонованою мережною моделлю причинно-наслідкового виведення в ІКЗ, що навчається, у вигляді t-квантової (точної) мережі виведення рішень (t-КМВР) як достовірних подій в умовах неповноти даних. Особливість t-КМВР полягає в одночасному виконанні ролі бази t-квантів знань (БткЗ) і дедуктивного мережного механізму причинно-наслідкового виведення цільових t-квантів-наслідків з БткЗ за спостереженнями.

**Ключові слова:** штучний інтелект, підтримка прийняття рішень, захист від шахрайства, фрод, ІСППР, білінгова система.

**DECISION-MAKING BY MEANS KNOWLEDGE QUANTUM ENGINEERING FOR PROTECTION  
AGAINST FRAUD AND DEBTS IN TELECOMMUNICATION NETWORKS**

*I.B. Sirodga, V.A. Posternakova, L.A. Volobueva*

The actual problem of decision-making by mathematical means knowledge quantum engineering (KQE) for protection against fraud and debts in communication networks is formulated and solved. Efficiency of knowledge-oriented decisions is provided with the offered trained network model of a cause and effect conclusion in KQE in the form of a t-quantum (precise) decision conclusion network of (t-QDCN) as authentic events in the conditions of incompleteness of the data. Feature t-QDCN consists in simultaneous performance of a role of t-quantum knowledge base (BtqK) and the deductive network mechanism of cause and effect conclusion of target t-quantum-consequences from BtqK on supervisions.

**Keywords:** artificial intelligence, decision-making support, fraud management, IDMSS, billing system.

**Сіроджа Ігорь Борисович** – д-р техн. наук, проф., проф. каф. 603, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

**Постернакова Вероника Альбертовна** – ст. преп. каф. 603, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

**Волобуєва Ліна Алексеевна** – канд. техн. наук, доцент каф. 603, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина, e-mail: linavolobueva@gmail.com.