

На правах рукописи
УДК 681.3.06:378.11(043.3)

ПЯТКОВСКИЙ ИВАН ОЛЕГОВИЧ

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПРИГОДНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗА НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ
ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ**

05.13.10 – управление в социальных и экономических системах

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул – 2007

Работа выполнена на кафедре «Информационные системы в экономике»
в ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент
Блем Александр Генрихович

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор
Алгазин Геннадий Иванович

кандидат технических наук
Бушмин Игорь Александрович

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Новосибирский государственный
университет»

Защита диссертации состоится 28 мая 2007 года в 14-00 часов на заседании регионального диссертационного совета КМ 212.004.01 в ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по адресу: 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

Автореферат разослан 27 апреля 2007 г.

Ученый секретарь регионального
диссертационного совета,
кандидат экономических наук, доцент

А.Г. Блем

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В современных условиях для повышения эффективности деятельности вуза и обеспечения его конкурентоспособности на рынке образовательных услуг и рынке труда актуальными являются задачи ориентации на потребителей и качественной подготовки специалистов. В связи с этим, в настоящее время в вузах страны происходит коренной пересмотр подхода к управлению качеством образования на основе создания современных информационных систем поддержки принятия решений. Важной функцией в системе управления подготовкой студентов вуза является оценка качества образования.

Главное требование потребителей высшего образования: абитуриентов, студентов, выпускников – эффективное трудоустройство по окончании учебы в вузе, которое определяется соответствием личностных и профессиональных характеристик выпускников заявкам работодателей.

Для оценки качества высшего образования необходимы современные аналитические системы. Основной функцией таких систем является определение профессиональной пригодности выпускников вуза с целью их эффективного трудоустройства в соответствии с требованиями работодателей. В связи с этим, актуальными являются вопросы разработки методов, алгоритмов и аналитических систем для решения задач оценки качества образования и содействия трудоустройству выпускников вуза с использованием современных информационных технологий, математического моделирования и методов искусственного интеллекта.

Степень разработанности проблемы. В настоящее время отмечается достаточно высокий уровень развития фундаментальных исследований в области управления вузом, создания информационных технологий, методов и моделей оценки состояния объектов управления с использованием средств искусственного интеллекта и нейроинформатики. В этом направлении известны работы ученых Акоффа Р., Бобко И.М., Владовского И.М., Гавриловой Т.А., Галушкина А.И., Горбаня А.Н., Заде Л., Загоруйко Н.Г., Зеера Э.Ф., Кендэла М., Климова Е.А., Кузина Б.И., Левшиной В.В., Месаровича М., Миркеса Е.М., Панкрухина А.П., Попова Э.В., Поспелова Г.С., Поспелова Д.А., Силича В.А., Тельнова Ю.Ф., Тейлора Ф., Юрьева Б.Н., Шеера А.В., Benson Shapiro, Margaret Kinnell и др., а также опыт научных и проектных организаций по рассматриваемой проблеме, которые создают теоретическую базу для проведения дальнейших исследований в рассматриваемой области.

Подходы к разработке методов и алгоритмов решения задач анализа качества высшего образования, маркетинговых исследований и трудоустройства выпускников приведены в ряде работ. На российском рынке предлагается немало программных продуктов, относящихся к классу аналитических систем. Они различаются как по спектру задействованных показателей, так и по реализованным в них подходам к решению основных задач оценки деятельности учебных заведений. Однако, как показывают исследования, в данных разработ-

ках недостаточно полно используются современные методы и модели, позволяющие с гораздо большей точностью осуществлять функции интеллектуальной поддержки принятия решений в системах профессионального клиринга и управления качеством образования выпускников вуза.

Следует особо отметить практическое отсутствие работ по созданию единого подхода к формированию *иерархических* гибридных моделей оценки качества образования и профессиональной пригодности, включающих различные методы представления знаний, в том числе: аналитические, логико-лингвистические, нейросетевые. Поэтому, разработка моделей, методов, алгоритмов и программных комплексов для решения сложных задач оценки профессиональной пригодности выпускников вуза и их эффективного трудоустройства является современной актуальной проблемой.

Цель диссертационного исследования – разработка аналитической системы оценки профессиональной пригодности и содействия эффективному трудоустройству выпускников вуза на основе гибридных экспертных систем.

Для достижения этой цели в работе были поставлены и решены следующие **задачи**:

- проанализированы современные подходы к моделированию, созданию методов и алгоритмов решения сложных задач в управлении процессами совершенствования качества образования и содействия трудоустройству выпускников вуза, выявлены их недостатки и определены направления развития;

- разработаны метод, модель и новая информационная технология оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного образования для содействия их эффективному трудоустройству на основе гибридной экспертной системы;

- разработаны специальные программные комплексы профессионального клиринга для интеллектуальной поддержки принятия решений в процессах управления качеством образования и трудоустройством выпускников вуза на основе гибридных экспертных систем и Интернет-технологий;

- проведены настройка созданной модели и вычислительные эксперименты по оценке профессиональной пригодности выпускников вуза, подтвердившие эффективность разработанных методов.

Объектом диссертационного исследования выступают процессы подготовки студентов, оценки качества образования и профессиональной пригодности выпускников вуза, а также процессы содействия трудоустройству молодых специалистов.

Предметом исследований являются методы, алгоритмы, математические модели и аналитические информационные системы оценки качества образования и профессиональной пригодности выпускников вуза, предназначенные для интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении процессами подготовки студентов и содействия трудоустройству выпускников на основе применения гибридных экспертных систем и современных информационных технологий.

Теоретические и методологические основы исследования. Для решения поставленных в диссертационной работе задач применялись методы системного анализа и исследования операций, нейроинформатики, экспертных оценок и гибридных экспертных систем.

В своих исследованиях автор опирался на труды отечественных и зарубежных ученых, посвященные проблемам маркетинговых исследований рынка труда и образовательных услуг; разработки систем и методов профессионального клиринга, искусственного интеллекта и нейроинформатики, математического моделирования; создания информационных технологий.

Научная новизна проведенных исследований заключается в следующем:

- разработаны метод и модель решения задачи оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного образования на базе гибридной экспертной системы для интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении процессами обучения студентов и содействия эффективному трудоустройству выпускников;
- на базе разработанной модели создана новая технология оценки профессиональной пригодности и содействия эффективному трудоустройству выпускников вуза на основе методов нейросетевого анализа и гибридных экспертных систем, включающая этапы настройки поля знаний на предметную область, предобработки данных, обучения нейросетевых компонентов;
- на базе созданной модели и технологии разработана интеллектуальная программная система профессионального клиринга выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования с использованием Интернет-технологий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные теоретические положения и методические рекомендации являются научной базой при создании информационных систем маркетинговых исследований, менеджмента качества образования и трудоустройства выпускников, внедряющихся в вузах страны.

Реализация диссертационной работы служит инструментом повышения эффективности существующих систем управления вузом, что, в конечном итоге, позволит повысить уровень качества образовательных услуг высшего учебного заведения и продуктивность работы выпускников вузов на предприятиях и организациях страны.

Практическую ценность представляют программные комплексы, разработанные при участии автора:

- «Интеллектуальная система профессионального клиринга выпускников вузов с учетом качества полученного высшего образования с использованием Интернет-технологий (Профклиринг)»: свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610079 от 09.01.2007 г.;
- «Аналитическая система управления кафедрой вуза (КАФЕДРА)»: свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и

товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006610543 от 08.02.2006г.;

- «Бизнес-Аналитик V 1.0 (БА)»: свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005611449 от 15.06.2005г.

Реализация результатов работы.

Разработанная информационная система используется на кафедре «Информационные системы в экономике» и в отделе маркетинговых исследований АлтГТУ для содействия эффективному трудоустройству выпускников вуза.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с:

- техническим заданием НФПК №Е/А.06/99-2-854 по теме «Разработка технического проекта системы управления образовательной деятельностью крупного вуза с разветвленной территориальной структурой с учетом рыночных механизмов регулирования и с использованием информационно-аналитической поддержки»;

- государственным контрактом по теме РИ-16/006 «Научно-организационное, методическое и техническое обеспечение организации и поддержки научно-образовательных центров в области информационных технологий и осуществление на основе комплексного использования материально-технических и кадровых возможностей совместных исследований и разработок».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Модель решения задачи оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования в соответствии с заявками организаций на основе гибридной экспертной системы.

2. Технология решения задачи оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с этапами настройки модели на предметную область, формирования поля знаний, обучения нейросетевых компонентов.

3. Структура и функции интеллектуального программного комплекса профессионального клиринга выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования, его математическое и информационное обеспечение на основе Интернет-технологий.

4. Результаты экспериментальных исследований на разработанных моделях.

Апробация работы и публикации. Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на конференциях: шестьдесят первой научно-технической студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава (Барнаул, 2003); международной научно-практической «Наука и практика организации производства и управления» (Барнаул, 2003); всероссийской научно-технической «Наука и молодежь» (Барнаул, 2006); международной научно-технической «Измерение, контроль, информатизация» (Барнаул, 2006); на десятом, одиннадцатом, двенадцатом и четырнадцатом всероссийских семинарах «Нейроинформатика и ее приложения» (Красноярск, 2002, 2003, 2004, 2006); международной научно-технической «Виртуальные и интеллектуальные системы» (Барнаул, 2006); всероссийской научно-практической «Современные технологии обеспечения качества образования» (Барнаул, 2006); международной

научно-практической «Качество образования: системы, технологии, инновации» (Барнаул, 2007).

По теме диссертации опубликовано 19 работ, в том числе одна статья в издании, рекомендованном ВАК для опубликования результатов диссертаций.

Личный вклад. Автору принадлежит разработка представленных в диссертации метода, модели, баз знаний, постановок задач на разработку комплексов информационных систем, проектирование блоков программного обеспечения аналитической системы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, приложений и списка литературы из 193 наименований. Основная часть работы изложена на 187 страницах машинописного текста и содержит 65 рисунков, 9 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении определяются актуальность работы, объект и предмет исследования, формулируются цель, задачи, научная новизна, практическая значимость диссертационного исследования, описываются реализация, апробация и структура работы.

В первой главе *«Подходы к созданию аналитических систем маркетинга, оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного образования и содействия трудоустройству молодых специалистов»* маркетинг образовательных услуг рассматривается как инструмент стратегического планирования и прогнозирования в вузе. Маркетинг в сфере образования нацелен на поиск наиболее оптимальных вариантов обучения на основе исследований рынка образовательных услуг и рынка труда. Маркетинговые исследования, проводимые в высшем учебном заведении, включают три основных этапа: анализ образовательной услуги (ОУ), анализ потребителей ОУ, анализ рынка ОУ. Закономерным результатом их реализации является составление плана маркетинга образовательных услуг.

Одним из главных условий достижения полноценной занятости молодых специалистов – выпускников вузов является приближение количественных и качественных показателей системы подготовки специалистов с высшим образованием к требованиям динамично изменяющейся социально-экономической среды. Для эффективного решения поставленных задач необходима аналитическая система, которая аккумулировала и анализировала бы информацию о выпускниках вуза с учетом специфики полученных знаний, умений, профессиональных навыков, а также информацию о потребностях работодателей в квалифицированных кадрах и их требованиях к уровню подготовки специалистов.

Одной из составляющих системы трудоустройства выпускников вузов является *эффективная технология профессионального клиринга* – оценки профессиональной пригодности выпускников и рационального их подбора по заявкам работодателей.

В диссертационной работе утверждается, что обеспечение качества подготовки студентов вуза является главным для максимального удовлетворения по-

требностей организаций в специалистах. Повышение качества образования осуществимо только в результате развития вуза. На качество образования в высшей школе влияют многочисленные факторы: уровень подготовки абитуриентов, квалификация профессорско-преподавательского состава, содержание образовательных программ, научный потенциал вуза, учебно-лабораторная и материальная базы образовательного учреждения, социальная защищенность студентов и сотрудников, воспитательная среда.

В первой главе проводится анализ подходов к автоматизации и моделированию в аналитических информационных системах маркетинга, управления процессами подготовки специалистов и их трудоустройства для поддержки принятия решений управленческим персоналом. Основным недостатком рассмотренных информационных технологий является отсутствие адаптивных возможностей систем, позволяющих создавать на уровне пользователя модели оценки качества, настраивающиеся на решение конкретных задач в зависимости от проблемной области. Кроме того, в существующих моделях недостаточно проработаны вопросы использования современных методов решения слабо-структурированных задач, основанных на системах обработки знаний, нейросетевых и гибридных технологиях.

Рассмотрены информационные технологии, применяющиеся в настоящее время в системах трудоустройства. Недостатком в работе электронных кадровых агентств является то, что они содержат очень незначительный объем информации о претенденте на вакантное место, что не позволяет в полной мере оценить и отобразить его профессиональный и личностный портрет. В отличие от этих разработок, в данной работе в системе профессионального клиринга функционирует электронное кадровое агентство, содержащее обширную информацию о выпускниках вуза, качестве их образования, а также оценку степени профессиональной пригодности по отношению к заявке организации.

Определяются особенности объекта экспериментальных исследований. Анализ предметной области показывает, что наибольшую сложность имеют задачи в системах маркетинга, менеджмента качества образовательных услуг и трудоустройства выпускников вуза. Одной из важных является оценка профессиональной пригодности выпускников вуза. Данные задачи относятся к классу неформализованных. Анализ современных математических методов показывает, что в настоящее время наблюдается интенсивное развитие средств искусственного интеллекта для решения неформализованных задач – систем обработки знаний и методов нейроинформатики. Это создает теоретическую базу для проводимых в работе исследований.

Проведенный анализ достигнутого уровня теоретических исследований подтвердил, что актуальными остаются нерешенные научно-исследовательские проблемы создания интеллектуальных информационных систем управления вузом, профессионального клиринга, разработки методов, алгоритмов, моделей и программных комплексов оценки качества образования и профессиональной пригодности выпускников вуза с целью эффективного их трудоустройства на

основе гибридных экспертных систем и Интернет-технологий, что является основными направлениями данных исследований.

Во второй главе *«Исследование и разработка экспертных систем оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования на основе гибридного подхода в аналитических информационных системах»* приводится общая концепция создания адаптивной к рынку гибкой интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений менеджерами вуза. Данная система должна обеспечивать информацией все фазы управления процессами подготовки и трудоустройства высококвалифицированных и востребованных на рынке выпускников вуза. Перечень основных функций данной системы представлен на рисунке 1. Система оценки профессиональной пригодности и содействия трудоустройству выпускников вуза является составной частью этой системы.

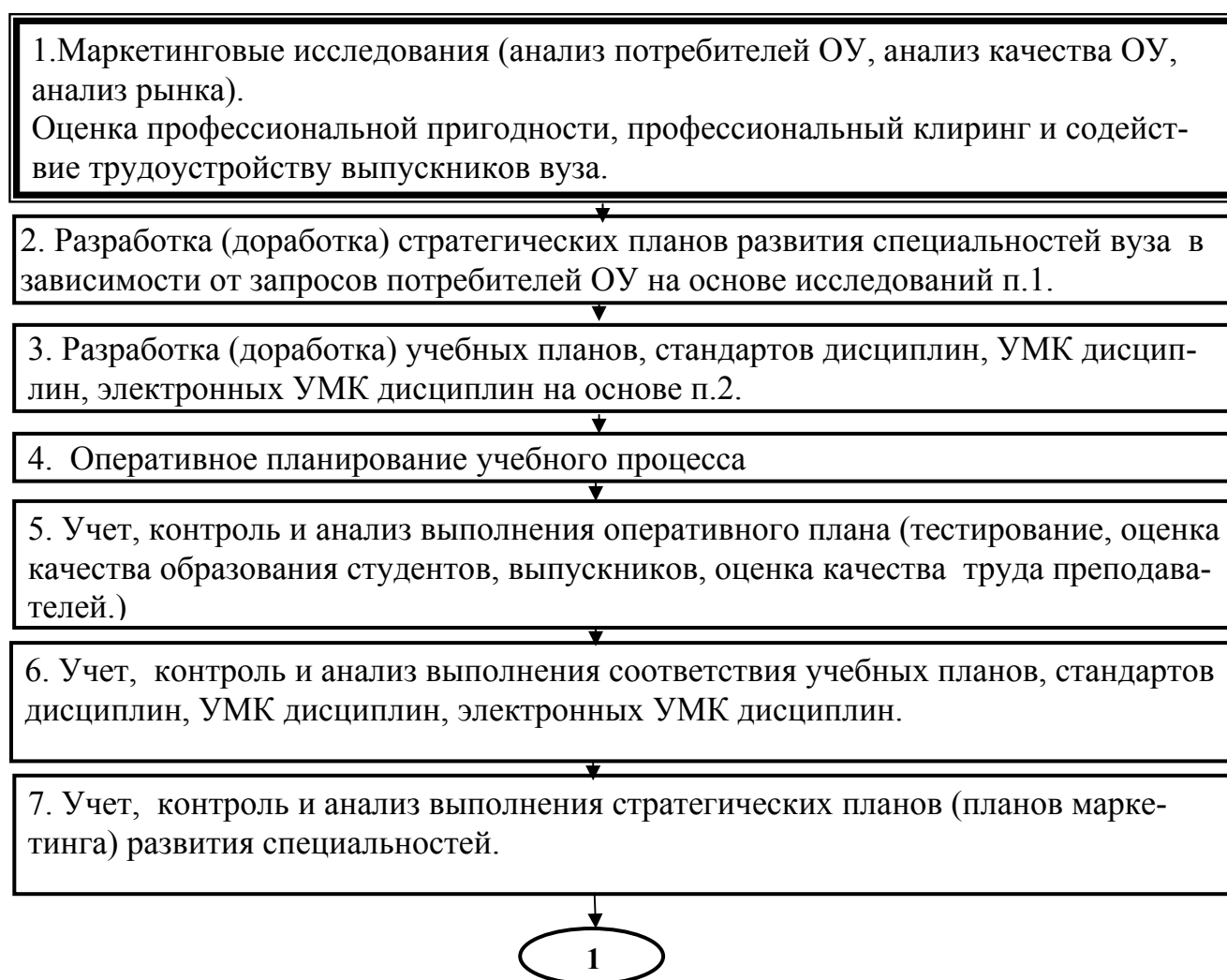


Рисунок 1 – Основные функции аналитической системы поддержки принятия решений в управлении вузом

В работе представлены методы и модели для решения задач оценки профессиональной пригодности, качества образования выпускников на базе гибридных экспертных систем. Для решения данных задач используется понятие

интеллектуальных компонентов. При построении информационных систем с интеллектуальными компонентами основой является *системный подход*. В результате применения алгоритмов структуризации разрабатывается формализованное описание модели структуры задачи, полученное путем иерархической декомпозиции в виде *гибридной экспертной системы*.

После построения модели структуры решения задачи производится выбор методов решения в узлах графа связей задач: нейросетевой решатель, продукционная экспертная система (ЭС), аналитические зависимости. Для определения методов формализации в узлах графа связей задач в разработанной технологии используется система критериев: степень структурированности задачи; наличие-отсутствие формальной методики решения задачи, примеров решения задачи; необходимость корректировки базы знаний; важность наличия аппарата объяснений полученных решений; сложность базы знаний; динамичность изменения проблемной области; необходимость постоянного дообучения интеллектуальной системы.

При использовании *продукционных систем* для представления знаний в интеллектуальных блоках используются правила продукций:

“ЕСЛИ -ТО”: $\langle \text{Условие1} \rangle \& \langle \text{Условие2} \rangle \& \dots \& \langle \text{УсловиеT} \rangle \rightarrow \langle \text{Следствие} \rangle$

Продукционные модели обладают свойствами наглядности, высокой модульности, легкостью внесения дополнений и изменений и простым механизмом логического вывода.

При построении интеллектуальных компонентов информационных систем возможно также применение нейросетевого подхода. Основная задача данного блока – построение нейросети, аппроксимирующей неизвестную функцию $y = f(x)$ на основе таблицы (x_i, y_i) (обучающей выборки), где x – вектор входных переменных, $x \in R^n$, y – вектор целевого параметра, $y \in R^s$, $i=1..N$ – объем выборки. При решении задач оценки на вход нейросетевого блока подается вектор входных данных X_i , на выходе получаем решение задачи Y_i . Нейросетевые решатели имеют преимущества в виде наличия свойств обучения и дообучения на примерах, возможностей эффективной работы в динамических экспертных системах.

Разработана структура гибридной экспертной системы оценки профессиональной пригодности выпускников вуза. В модели учитывается качество полученного высшего образования выпускников на примере оценки профпригодности к выполнению типовой профессиональной задачи (ТПЗ) специалиста в области прикладной информатики в экономике. ТПЗ заключается в разработке автоматизированной экономической информационной системы (АЭИС). На основе системного подхода к анализу предметной области была разработана модель решения задачи для гибридной экспертной системы, которая имеет тридцать шесть узлов. Узлы дерева представляют собой неформализованные задачи, для решения которых применяются нейросетевые методы, аналитические формульные зависимости, правила продукции и оценки экспертов.

Рассмотрим описание некоторых основных промежуточных и целевого показателей модели. Полное описание узлов аналитического дерева приведено в диссертации.

Оценка соответствия характеристик выпускника требованиям типовой профессиональной задачи «Разработка АЭИС» – показатель S узла 1 модели (рисунок 2): $S = F^0(P, L, R)$, где P – оценка соответствия профессиональных характеристик выпускника требованиям вакансии; L – оценка соответствия личностных (социально-психологических) характеристик выпускника требованиям вакансии; R – оценка качества образования выпускника вуза в соответствии с факторами обратной связи. Верхний индекс функции означает порядковый номер показателя в модели, индекс целевого показателя равен нулю. Для оценки соответствия выпускника требованиям ТПЗ используется метод решения задачи – экспертная система с моделью представления знаний «Правила продукции». Для формирования базы знаний экспертной системы используются знания опытных специалистов в областях подбора персонала и разработки автоматизированных экономических информационных систем.

Оценка соответствия профессиональных характеристик выпускника соответствующим требованиям ТПЗ – показатель P узла 1.1 модели (рисунок 2):

$P = F^1(V, NR)$, где V – оценка соответствия выпускника требованиям ТПЗ по результатам учебы в вузе; NR – оценка соответствия по результатам научной работы, влияющей на формирование профессионализма выпускника. Показатель P рассчитывается с помощью правил продукции экспертной системы.

Нейрооценка соответствия по результатам учебы в вузе (1.1.1):

$V = F^2(RD, K, Pr, G, Dip, RK)$, где RD – оценка соответствия по результатам изучения актуальных для ТПЗ дисциплин на основе полученных рейтингов за зачеты и экзамены; K – оценка по результатам выполненных курсовых работ и проектов; Pr – оценка по результатам пройденных практик: учебной, производственных, преддипломной; G – оценка за государственные экзамены; Dip – оценка за защиту диплома; RK – оценка рейтинга кафедры, характеризующая уровень качества образования.

Нейрооценка соответствия по результатам изучения актуальных дисциплин (1.1.1.1): $RD = F^3(BaseD, PredD, ProektD, ProgD, VvodD)$, где $BaseD$ – оценка по результатам подготовки по базовым общеобразовательным дисциплинам; $PredD$ – оценка эффективности выполнения работ на стадии анализа и формирования требований к АЭИС; $ProektD$ – оценка эффективности выполнения работ по проектированию АЭИС; $ProgD$ – оценка эффективности выполнения работ кодирования, тестирования, интеграции отдельных частей АЭИС; $VvodD$ – оценка эффективности выполнения работ обеспечения дополнительной информационной безопасности и ввода в действие АЭИС.

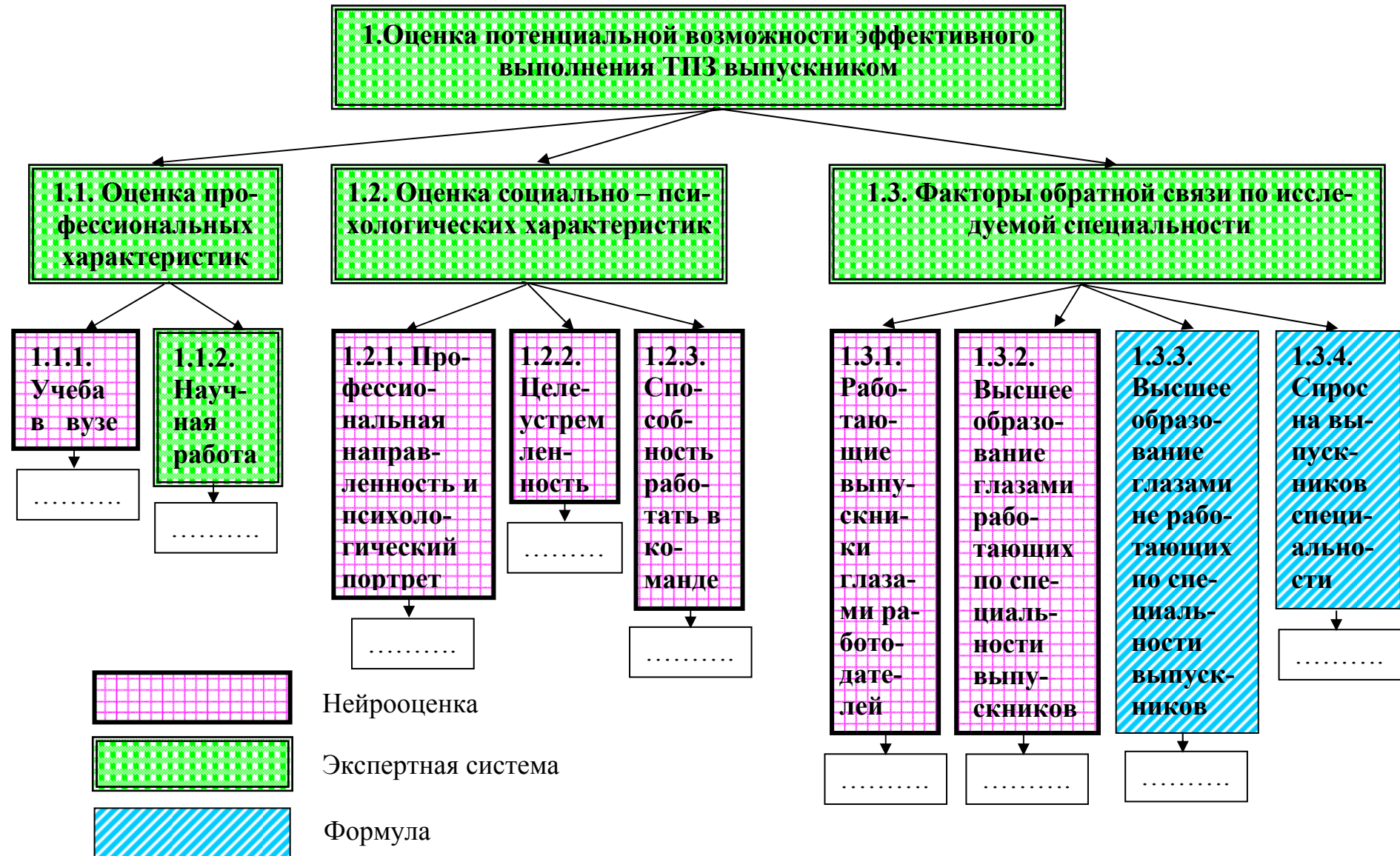


Рисунок 2 - Структура модели оценки профпригодности выпускников к решению задачи «Разработка АЭИС»

Нейрооценки следующих показателей:

- соответствия по результатам подготовки выпускника по базовым общеобразовательным дисциплинам (1.1.1.1.1): $BaseD = F^4(x_1^4, RP_1^4, \dots, x_{15}^4, RP_{15}^4)$,

- эффективности выполнения работ проектирования АЭИС (1.1.1.1.3): $ProektD = F^9(x_1^9, RP_1^9, \dots, x_7^9, RP_7^9)$, где $x_1^j \dots x_n^j$ – оценки рейтингов выпускника и $RP_1^j \dots RP_n^j$ – оценки рейтингов преподавателей по дисциплинам, актуальным для расчета показателей: $BaseD$ ($j = 4, n = 15$), $ProektD$ ($j = 9, n = 7$).

Оценка эффективности выполнения ТПЗ по результатам научной работы (1.1.2): $NR = F^{14}(NIRS, Olmp)$, где $NIRS$ – оценка участия в научно-исследовательских проектах, написания статей, выступлений с докладами; $Olmp$ – оценка участия студента в университетских, городских и других олимпиадах. Для расчета показателя NR используется метод решения задачи – экспертная система.

Оценка эффективности выполнения ТПЗ в соответствии с социально – психологическими характеристиками выпускника (1.2):

$PH = F^{15}(PN, Cl, RK)$, где PN – оценка профессиональной направленности на определенные виды профессий и психологического портрета в соответствии с типами темперамента (1.2.1); Cl – оценка целеустремленности (1.2.2); RK – оценка умения работать в команде (1.2.3). Детализирующие показатели для показателей PN, Cl, RK являются базовыми и рассчитываются в соответствии с методиками социально-психологических тестов. Для расчета показателя PH используется метод решения задачи – экспертная система.

Оценка эффективности выполнения ТПЗ в соответствии с факторами обратной связи по рассматриваемой специальности (1.3):

$FOS = F^{19}(RV_Rb, VO_VS, VO_VNeS, OSV)$, где RV_Rb – работающие выпускники глазами работодателей; VO_VS – качество высшего образования глазами работающих по специальности выпускников; VO_VNeS – качество высшего образования глазами не работающих по специальности выпускников; OSV – относительная оценка спроса на выпускников специальности. Для расчета показателя FOS используется метод решения задачи – экспертная система.

Нейрооценка потенциальной возможности эффективного решения ТПЗ в соответствии с оценками качества работы и характеристиками уже работающих выпускников этой специальности, выставленными работодателями (1.3.1): $RV_Rb = F^{20}(POSL_Rb, Z_Rb)$, где $POSL_Rb$ – профессионально-обусловленная структура личности работающих по специальности выпускников; Z_Rb – знания работающих по специальности выпускников.

Нейрооценка высшего образования глазами работающих по специальности выпускников (1.3.2):

$VO_VS = F^{31}(UOP, OP, DSZ, ONID, RID, O DST)$, где UOP – оценка качества условий образовательного процесса; OP – оценка качества образовательного процесса; DSZ – оценка качества организации досуга, обеспечения социальной защиты и материальной поддержки студентов; $ONID$ – оценка качества организации научно-исследовательской деятельности студентов; RID – оценка качества организации рекламно-информационной деятельности вуза; $O DST$ – оценка качества организации деятельности по содействию трудоустройства выпускников.

Оценка спроса на выпускников специальности (1.3.4):
 $OSV = F^{36}(SIS, S_{\max})$. Показатель рассчитывается методом аналитической формулы: $OSV = \frac{SIS}{S_{\max}} * 10$, где SIS – спрос на выпускников исследуемой специальности за определенный период; $S_{\max}$ – максимальный спрос на выпускников подобной специальности на рынке г.Барнаула за определенный период времени.

Аналитическая система оценки профессиональной пригодности выпускников вуза реализует гибридную экспертную систему. В основе построения таких систем лежит гибридная модель представления знаний. Она представляет собой иерархию неформализованных задач в виде ориентированного графа без циклов и петель. Гибридная модель представления знаний имеет определенные преимущества. Она имеет свойство адаптивной настройки на проблемную область, за счет возможности применения различных методов решения в узлах графа связей задач. Благодаря этому достигаются существенно лучшие результаты при решении неформализованных задач оценки качества образования выпускников вуза.

Процесс решения задач оценки в рамках гибридной экспертной системы представляет собой последовательное решение следующих задач: настройка гибридной экспертной системы на предметную область; построение иерархии задач; выбор метода решения для каждой задачи; формирование баз знаний для всех используемых методов по каждой сопоставленной им задаче; расчет оценки; интерпретация и объяснение полученной оценки.

В гибридной экспертной системе в графе связей задач используются методы решения – правила продукции, многослойные нейронные сети прямого распространения с сигмоидной функцией активации и аналитические зависимости. Нейросетевые решатели, реализующие функцию оценки имеют оригинальную конструкцию, обеспечивающую их устойчивое функционирование в динамической экспертной системе оценки профессиональной пригодности выпускников вуза. В данной работе под нейросетью понимается сложная вектор-функция:

$$F^p(\mathbf{a}, \mathbf{x}) = \sum_{i_k=0}^{m_{k+1}} (a_{i_k, p}^{k+1} \cdot f_{i_k}^k(\mathbf{a}^k, \mathbf{f}^{k-1}(\dots, \mathbf{f}^2(\mathbf{a}^2, \mathbf{f}^1(\mathbf{a}^1, \mathbf{x}))))),$$

где p – номер компоненты выходного вектора, $\mathbf{a}$ – вектор параметров или весов связей, $\mathbf{x}$ – вектор входных данных или переменных, k – число слоев сети, m_k – число нейронов в k -м слое, $f_i^r(\mathbf{a}, \mathbf{f}^{r-1})$ – функция поведения нейрона:

$$f_i^r(\mathbf{a}, \mathbf{f}^{r-1}) = \sum_{j=0}^{m_{r-1}} f_j^{r-1} \cdot a_j / \left(c + \left| \sum_{j=0}^{m_{r-1}} f_j^{r-1} \cdot a_j \right| \right),$$

где $c > 0$ – характеристика пологости функции, $r = 1..k$ – номер слоя сети, i – номер нейрона, $f_0 \equiv 1$.

Для реализации комплекса нейрооценки в аналитической системе используется нейросетевой блок. В его состав входят следующие компоненты: интерфейсы ввода и вывода, предобработчик, задачник, интерпретатор, нейроимитатор. В состав нейроимитатора входят следующие элементы: сеть, учитель, контрастер, блок оценки, конструктор. Необходимым условием устойчивой работы нейросетевого решателя является наличие блока предварительной обработки информации. В блоках предобработки данных аналитической системы выполняются функции исключения аномальных наблюдений, проверки однородности, заполнения пропусков, фильтрации, нормировки.

Настройка параметров нейросетевой функции производится на основе обучающей выборки-задачника, которая содержит примеры, описывающие состояния объекта исследования и значения целевого параметра, соответствующие каждому состоянию. Для нейрооценки показателей профессиональной пригодности обучающая выборка представляется в виде матрицы M :

$$M = \begin{matrix} v_1 & \left(\begin{array}{c|c|c|c} x_1^{v_1} & \dots & x_n^{v_1} & y^{v_1} \\ \hline \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \hline x_1^{v_p} & \dots & x_n^{v_p} & y^{v_p} \end{array} \right) \\ \vdots & \\ v_p & \end{matrix}; \quad v_1 \leq v_i \leq v_p, i = 1, p,$$

где v_1 и v_p – границы, определяющие количество выпускников, характеристики которых представлены в обучающей выборке.

В диссертации представлены методы формирования выходных параметров $\bar{Y}$ задачника нейросети. При решении неформализованных задач оценки профессиональной пригодности для этого используется метод экспертной оценки. Методы количественной и качественной экспертных оценок в диссертационном исследовании применяется на следующих этапах: создание прототипа экспертной системы; обработка результатов анкетного опроса экспертов; априорный анализ исходных данных, полученных при опросе экспертов; формирование значений обучающего параметра выборок нейронных сетей. При проведении экспертного оценивания производится подбор экспертов и определение их компетентности, проведение экспертизы по методу Дельфи, обработка результатов экспертизы путем определения согласованности мнений экспертов на основе исследования дисперсии и линейных корреляций по Кендэлу.

В диссертации раскрываются методы определения закономерностей в данных при решении задач профессиональной пригодности выпускников вуза. Для этих целей в работе применяются нейросетевые методы самоорганизующихся карт Кохонена. Такое отображение информации обеспечивает удобное,

наглядное восприятие информации руководством кафедр, факультетов, вуза, работодателями для принятия управленческих решений.

Третья глава. *«Реализация методов оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования и содействия трудоустройству молодых специалистов с использованием аналитической системы».* Информационная аналитическая система профессионального клиринга с учетом качества полученного образования выпускников состоит из четырех автоматизированных систем: Интернет-портал «Электронное кадровое агентство выпускников», АИС «Кафедра», АИС «Маркетинг образования», АИС «Бизнес-Аналитик» (рисунок 3).

В системе «Кафедра» формируется исходная информация о кафедре: об учебной, методической, научной и инновационной деятельности, о финансовых потоках, специальности, преподавателях, аспирантах, докторантах, соискателях, студентах и выпускниках кафедры, а также другая информация, характеризующая качество образования, предоставляемого кафедрой и вузом в целом. В системе формируется информация, характеризующая профессиональные характеристики выпускников – рейтинги успеваемости, информация о научной работе, дополнительных образованиях, об участии в олимпиадах.

Интернет-портал «Электронное кадровое агентство выпускников» позволяет формировать информацию о личностных характеристиках выпускников в результате их тестирования, о требованиях заявок работодателей, информацию о качестве образования, предоставляемого специальностями вуза в соответствии с факторами обратной связи. Web – сайт позволяет также запускать в пакетном режиме систему «Бизнес-Аналитик» как для классификации выпускников в соответствии с требованиями вакансии, так и для подбора выпускникам наиболее подходящей профессии. Система позволяет группировать классифицированных выпускников с помощью интеллектуальных карт Кохонена. Кроме того, система позволяет организовать эффективную коммуникацию между потребителями информации с помощью электронной почты.

В системе профессионального клиринга функционирует аналитическая система *маркетинга образовательных услуг*. В данной системе реализованы задачи формирования баз абитуриентов, студентов, выпускников вуза, предприятий, на которые устраиваются работать выпускники, конкурентов. Аналитические подсистемы маркетинга решают задачи анализа рынка и потребителей образовательных услуг, а также оценки качества и конкурентоспособности образовательных услуг вуза.

Для решения задач оценки профессиональной пригодности используется интеллектуальная система «Бизнес-Аналитик», в основу которой положена гибридная модель представления знаний, гибко настраиваемая на предметную область. Интеллектуальный комплекс функционирует в режимах администратора и пользователя. В режиме администратора проектируется структура гибридной экспертной системы и настраиваются методы решения в узлах графа связей задач. В режиме пользователя на основе уже настроенных методов рассчитывается оценка качества образования выпускников вуза в виде рейтингов

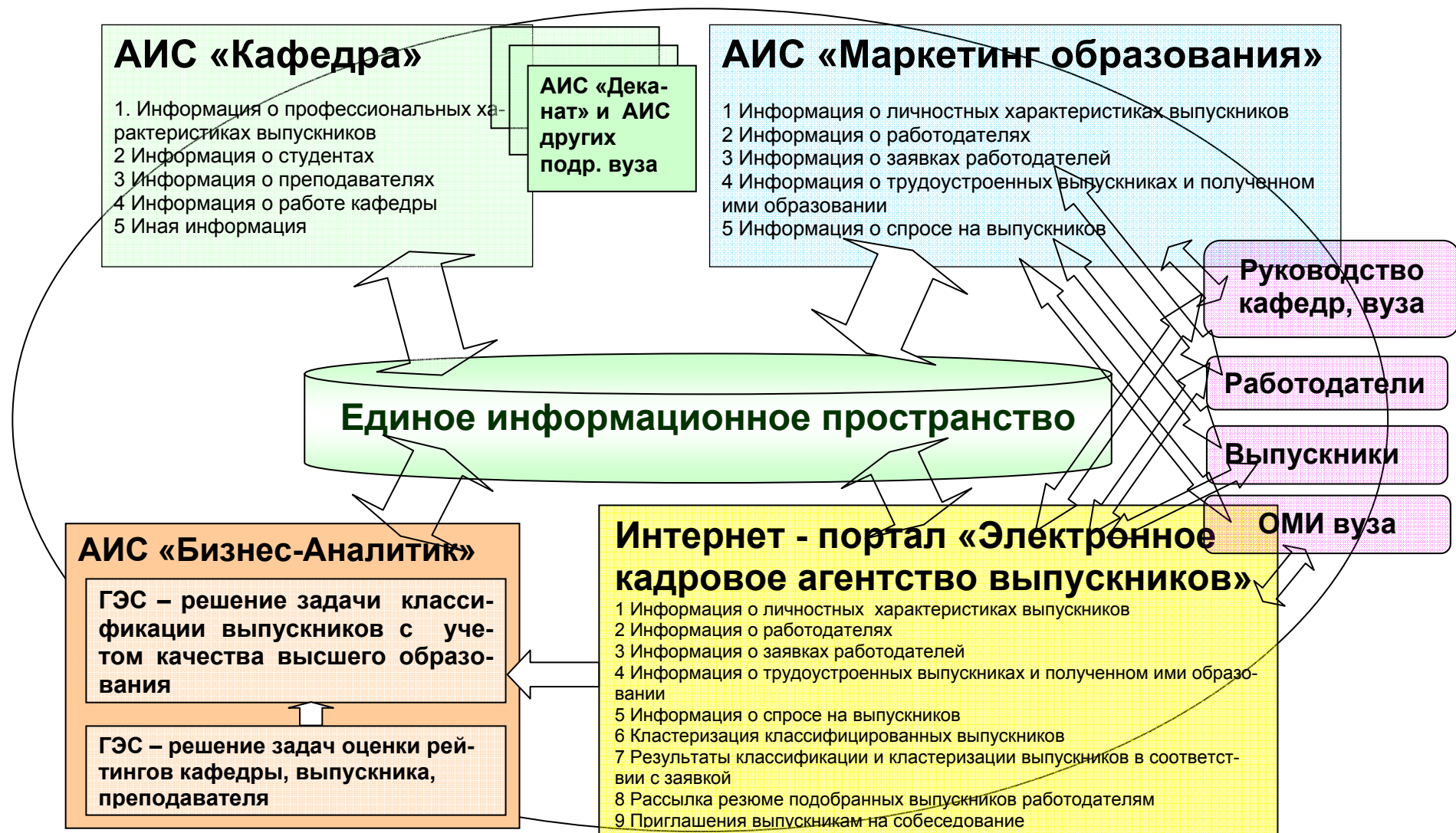


Рисунок 3 – Информационная аналитическая система профессионального клиринга выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования и содействия трудоустройству молодых специалистов

преподавателей и кафедр, а также оценка профессиональной пригодности выпускников. Система объясняет пользователю ход решения задачи классификации и подбора выпускников в соответствии с их признаками профессиональной пригодности и заявками работодателей.

В третьей главе диссертации описывается настройка модели оценки профпригодности выпускников и приводится анализ экспериментальных исследований по подбору выпускников специальности «Прикладная информатика в экономике» (ПИЭ) АлтГТУ в соответствии с заявками организаций. Приведем пример настройки решателя показателя модели «Нейрооценка соответствия по результатам подготовки выпускника по базовым общеобразовательным дисциплинам (BaseD - 1.1.1.1.1)». С целью определения сети, наиболее качественно классифицирующей тестовую выборку, были проведены эксперименты. Статистика обучения и тестирования нейронных сетей приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Статистика обучения и тестирования нейронных сетей (BaseD – общеобразовательные дисциплины)

№ п.п.	Структура сети	Метод обучения	Количество тактов	Средняя ошибка обучения	Максимальная ошибка обобщения	Средняя ошибка обобщения	% правильно распознанных примеров
1.	3-4-1	SCG	4	0,011	0,887	0,302	50
2.	4-2-1	SCG	4	0,012	0,793	0,264	60
3.	4-2-1-	Сопр. град.	367	0,022	0,585	0,268	60
4.	4-1-1-	Сопр. град.	280	0,024	0,87	0,24	60
5.	3-2-1	CGB	9	0,053	0,988	0,372	50

В диссертации изложены вопросы настройки узлов модели, реализованные методом «Правила продукции». Приводятся семантические сети деревьев целей, решений, правил продукции.

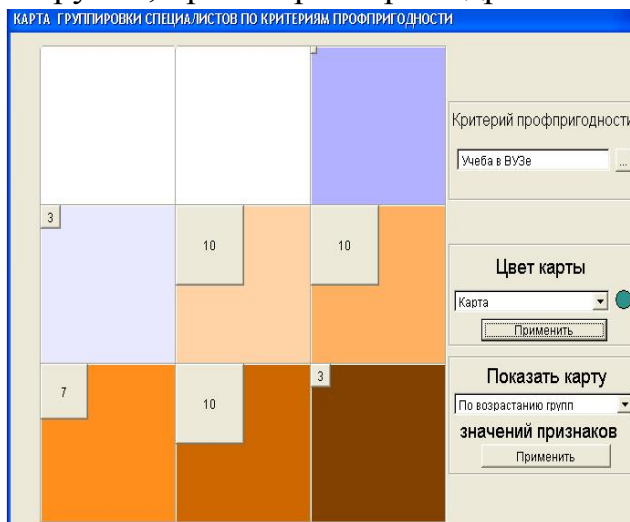
Настроенная гибридная экспертная система использовалась для классификации выпускников 2006 года специальности ПИЭ АлтГТУ по критериям профпригодности к выполнению типовой профессиональной задачи «Разработка АЭИС». В диссертации представлены результаты вычислительных экспериментов. В таблицах имеются показатели профессиональных, социально-психологических характеристик выпускников, а также факторов обратной связи по уже трудоустроенным выпускникам специальности ПИЭ АлтГТУ за период 2003-2006 годы.

С помощью алгоритма самоорганизующихся карт Кохонена была произведена кластеризация классифицированных выпускников. На рисунке 4 изображена структура претендентов на вакансию в соответствии с результатами учебы в вузе.

Программа позволяет отобразить карту предпочтений по одному или нескольким признакам профпригодности специалистов.

Каждый квадрат карты представляет собой отдельную группу выпускни-

ков с изображением количества человек в группе, причем размер квадрата зависит от этого количества. Раскраска карты характеризует значения количественных и качественных показателей профессиональной пригодности групп выпускников. Таким образом, глядя на карту группировки и отчеты по каждой группе можно сделать выводы о том, сколько выпускников, в какой степени соответствуют требованиям ТПЗ, на которую подбираются.



Проверка объективности

результатов вычислительного эксперимента осуществлялась методом экспертной оценки.

Для этого была создана группа опытных экспертов, в состав которой вошли заведующие выпускающих кафедр, представители отдела маркетинговых исследований и службы трудоустройства выпускников, работающие выпускники и работодатели. Анализ проведенной экспертизы показал вполне приемлемые и эффективные для практики результаты.

Рисунок 4 - Карта группировки выпускников

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основе анализа современных подходов к моделированию, созданию методов и алгоритмов решения сложных задач в управлении процессами совершенствования качества высшего образования и содействия трудоустройству молодых специалистов, обоснована необходимость разработки модели, технологии и аналитической системы оценки профессиональной пригодности выпускников вуза.

2. Разработаны метод, модель и информационная технология решения задачи оценки профессиональной пригодности выпускников вуза с учетом качества полученного ими образования на базе гибридной экспертной системы, включающей компоненты, основанные на системах обработки знаний и нейросетевых методах.

3. На основе разработанного метода спроектирована автоматизированная интеллектуальная система профессионального клиринга выпускников вуза с учетом качества полученного высшего образования с использованием Интернет-технологий. Данная система имеет средства настройки на модель предметной области, режимы администратора и пользователя и диалоговые человеко-машинные процедуры анализа данных.

4. Проведена настройка модели на предметную область, сформировано поле знаний, обучены нейросетевые компоненты, разработаны правила продукций для исследуемой проблемной области.

5. Проведены вычислительные эксперименты на модели, подтвердившие достоверность результатов; эффективность разработанного метода и техноло-

гии, позволяющих подбирать рациональные варианты трудоустройства выпускников в соответствии с заявками организаций.

6. Разработанная система внедрена на ряде кафедр и в отделе маркетинговых исследований АлтГТУ, получены свидетельства об официальной регистрации программных комплексов.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Пятковский И. О. Анализ данных в экономических и социальных системах на основе нейросетевых методов / И. О. Пятковский, О. И. Пятковский // Информационные системы в экономике, экологии, образовании : сб. науч. тр. / под ред. О. И. Пятковского, А. А. Цхая, А. П. Яроцкого. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2002. – С. 109-111.
2. Пятковский И. О. Применение нейросетевых методов для решения задач анализа данных в информационных системах маркетинга организаций // Нейроинформатика и ее приложения : тез. докл. X Всерос. семинара / под ред. А. Н. Горбаня, Е. М. Миркеса. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2002. – С. 106.
3. Пятковский И. О. Методика группировки и классификации данных в экономике и образовании на основе нейросетевых методов / И. О. Пятковский, А. Г. Блем // Научное творчество студентов и сотрудников : материалы 61 науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2003. – С. 7-8.
4. Блем А. Г. Методика классификации данных на основе нейросетевых методов для принятия управленческих решений / А. Г. Блем, И. О. Пятковский, О. И. Пятковский // Наука и практика организации производства и управления (Организация 2003) : междунар. науч.-практ. конф. : сб. науч. докл. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2003. – С. 35-39.
5. Блем А. Г. Аналитическая информационная система подбора выпускников по заявкам предприятий с использованием нейросетевых методов / А. Г. Блем, И. О. Пятковский, О. И. Пятковский // Нейроинформатика и ее приложения : тез. докл. XI Всерос. семинара / под ред. А. Н. Горбаня, Е. М. Миркеса. – Красноярск, 2003. – С. 17-18.
6. Пятковский И. О. Аналитическая информационная система профессионального клиринга выпускников ВУЗов в соответствии с заявками предприятий с использованием нейросетевых методов и Интернет-технологий // Нейроинформатика и ее приложения : тез. докл. XII Всерос. семинара / под ред. А. Н. Горбаня, Е. М. Миркеса. – Красноярск, 2004. – С. 107-108.
7. Автоматизированная система маркетинговых исследований образовательных услуг и трудоустройства выпускников на основе интеллектуальных компонентов / О. И. Пятковский, М. В. Томашев, И. О. Пятковский [и др.] // Вестник Алтайского научного центра сибирской академии наук высшей школы. – Барнаул, 2005. – С. 32-40.
8. Пятковский И.О. Разработка моделей и информационной системы профессионального клиринга выпускников ВУЗов с учетом качества полученного ими высшего образования с использованием нейросетевых методов и Интернет-технологий / И. О. Пятковский, А. Г. Блем, О. И. Пятковский // Современные технологии обеспечения качества образования : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – С. 90-92.
9. Пятковский И. О. Разработка алгоритмов, моделей и информационной системы профессионального клиринга выпускников ВУЗов с использованием нейросетевых методов и Интернет – технологий // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2006. – №1 . – С.191-199.
10. Пятковский И. О. Разработка моделей и информационной системы профессионального клиринга выпускников ВУЗов с учетом качества полученного ими высшего образова-

- ния / И. О. Пятковский, А. Г. Блем, О. И. Тишков // Наука и молодежь : 3-я Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых : секция «Информационные системы». – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – С. 8-11.
11. Пятковский И. О. Разработка алгоритмов, моделей и интеллектуальной информационной системы профессионального клиринга выпускников ВУЗов в соответствии с заявками организаций с учетом качества полученного ими высшего образования / И. О. Пятковский, А. Г. Блем, О. И. Пятковский // Измерение, контроль, информатизация : материалы шестой междунар. науч.-техн. конф. / под ред. О. И. Хомутова, Л.И. Сучковой. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – С. 230-236.
 12. Пятковский И. О. Разработка модели и информационной системы профессионального клиринга выпускников ВУЗов с использованием нейросетевых технологий // Нейроинформатика и ее приложения : тез. докл. XIV Всерос. семинара / под ред. А. Н. Горбаня, Е. М. Миркеса. – Красноярск, 2006. – С. 84-85.
 13. Пятковский И. О. Разработка модели и информационной системы профессионального клиринга выпускников вуза с использованием гибридных экспертных систем // Ползуновский альманах. – 2006. – №4. – С. 111-113.
 14. Пятковский И. О. Разработка алгоритмов, моделей и информационной системы профессионального клиринга выпускников университета с учетом качества полученного ими высшего образования с использованием гибридных экспертных систем и Интернет – технологий / И. О. Пятковский, А. Г. Блем, О. И. Пятковский // Молодежь – Барнаулу : материалы науч.-практ. конф. - Барнаул, 2007. – С. 300-302.
 15. Пятковский И. О. Разработка моделей и информационной системы профессионального клиринга выпускников вузов с использованием гибридных экспертных систем и Интернет-технологий // Информационные технологии и системы в экономике, управлении, образовании : сб. науч. тр. / под ред. О. И. Пятковского. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2007. – С. 249-256.
 16. Пятковский И. О. Разработка алгоритмов, моделей и информационной системы поддержки принятия решений в процессах управления качеством образовательных услуг и трудоустройства выпускников университета / И. О. Пятковский, А. Г. Блем, О. И. Пятковский // Качество образования : системы, технологии, инновации : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2007. – С. 215-217.
 17. Интеллектуальная система профессионального клиринга выпускников ВУЗов с учетом качества полученного высшего образования с использованием Интернет-технологий (Профклиринг) : свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007610079 / И. О. Пятковский, Т. И. Манакова, О. И. Пятковский. - №2006613669 заявл. 30.10.2006 ; опубл. 9.01.2007.
 18. Аналитическая система управления кафедрой ВУЗа (КАФЕДРА): свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006610543 / О. И. Тишков, О. И. Пятковский, И. О. Пятковский, А. М. Дмитриев. - №2005613286 ; заявл. 12.12.2005 ; опубл. 8.02.2006.
 19. Бизнес-Аналитик V 1.0 (БА) : свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005611449 / О. И. Пятковский, Ю. Н. Ивкин, О. И. Тишков, И. А. Краснюков, М. В. Тютина, А. С. Авдеев, М. Н. Емельянов, А. В. Данильченко, А. О. Пятковский, И. О. Пятковский, Д. С. Демчик. - №2005610970 ; заявл. 3.05.2005 ; опубл. 15.06.2005.