

На правах рукописи

Берестнева Ольга Григорьевна

**СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ**

Специальность: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка  
информации (отрасль: информация и информационные системы)

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Томск 2007

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Томский политехнический университет»

**Научный консультант:** д.т.н., профессор, Кочегуров В.А.

**Официальные оппоненты:** д.т.н., профессор, Тарасенко Ф.П.  
д.т.н., профессор, Массель Л.В.  
д.т.н., профессор, Мицель А.А.

**Ведущая организация:** Новосибирский государственный  
технический университет

Защита состоится «17» октября 2007 г. в 15<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.269.06 при Томском политехническом университете по адресу: 634034, г. Томск, ул. Советская, 84, институт «Кибернетический центр» ТПУ.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Томского политехнического университета по адресу: 634034, г.Томск, ул. Белинского, 53.

Автореферат разослан «\_6\_» \_\_09\_\_ 2007 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.269.06,  
к.т.н., доцент



Сонькин М.А.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы

В современной мировой образовательной практике понятие компетентности представляется в качестве «узлового», а компетентностный подход является одним из оснований обновления образования. Понятие *компетентность*, во-первых, объединяет в себе *интеллектуальную и навыковую* составляющую образования; во-вторых, в это понятие заложена *идеология интерпретации содержания* образования, формируемого «от результата» («стандарт на выходе»); в-третьих, компетентность обладает *интегративной природой*, включающей в себя ряд однородных умений и знаний, относящихся к профессиональной, информационной, правовой и другим сферам деятельности.

Для системы образования реализация данных идей означает тенденцию, утверждающую ценность и достоинство человека, личностно-ориентированную технологию обучения и воспитания, нацеленную на раскрытие индивидуальных способностей каждого студента, самовоспитание личности.

Развитие компетентности студента становится одной из основных задач любого учебного заведения, между тем анализ литературы показывает, что пока не выработано единого мнения о проблеме компетентности. Особый интерес представляет исследование ключевых компетенций как результативно-целевой основы компетентностного подхода в образовании. Большинство работ, посвященных проблеме компетентностного подхода в образовании, направлено на решение задач обновления содержания учебного процесса (учебных планов, рабочих программ и т.д.), при этом проблема оценки уровня компетентности студентов должным образом не стандартизована, что является очень важным при количественном определении уровня обладания студентом требуемыми компетентностями.

В связи с вышеизложенным, тема диссертационной работы, направленная на изучение и решение проблем оценки компетентности студентов, является актуальной и представляет теоретический и практический интерес.

Основой диссертационной работы явились теоретические и методологические положения по вопросам качества образовательного процесса и компетентности его участников, нашедшие отражение в трудах В.И. Байденко, Ю.Г. Татура, И.А. Зимней, Ю.П. Адлера, В.М. Полонского, М.М. Поташника, Н.А. Селезневой, Г.Б. Скок, А.И. Субетто, М.Б. Челышковой, А.И. Чучалина, В.З. Ямпольского, а также теоретические и методологические положения о системном подходе (Л.С. Выготский, В.А. Дмитриенко, Б.Ф. Ломов, Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко, А.И. Уемов, В.Д. Шадриков).

Актуальность тематики диссертационной работы и решаемых в ней задач подтверждается включением исследований по ним в проекты по грантам Российского фонда фундаментальных исследований и грантам Российского фонда гуманитарных исследований.

**Целью** работы является разработка на основе системных исследований моделей и информационных технологий для оценки компетентности студентов.

В связи с этим в диссертационной работе решаются следующие задачи.

1. Анализ отечественных и зарубежных исследований по проблеме моделирования компетенций/компетентностей студентов и компетентностного подхода в образовании. Определение основных задач обучения в высшем учебном заведении, связанных с оценкой компетентности.

2. Выделение на основе системного анализа основных подсистем и построение компетентностной модели студента, декомпозиция полученной системы до уровня измеряемых элементов.

3. Для специалистов инженерно-технического профиля формирование необходимого набора формальных показателей (элементов компетентности) и определение способов их измерения. Выявление особенностей методов измерения элементов компетентности и разработка алгоритмов и информационных технологий измерения компонентов и элементов компетентности, с учетом особенностей выбранных методов.

4. Разработка информационной технологии выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности.

5. Построение модели структуры компетентности, системный анализ структуры компетентности студентов с целью выявления симптомокомплексов, способствующих формированию компетентности.

6. Разработка интегральных показателей и критериев оценки компетентности на основе результатов тестирования и экспертного оценивания с учетом разнотипности исходной информации.

7. Получение решающих правил для диагностики и прогнозирования компетентности. Разработка системы поддержки принятия решения для определения степени соответствия уровня компетентности и прогнозирования успешности субъектов образовательного процесса (абитуриентов, студентов и молодых специалистов) в различных сферах интеллектуальной деятельности.

8. Разработка информационных технологий для оценки компетенций/компетентностей студентов технического университета и создание на их основе необходимого программного, информационного и учебно-методического обеспечения.

**Научная новизна.** В диссертационной работе впервые предложен оригинальный научно-обоснованный подход к созданию информационных технологий оценки компетенций/компетентностей студентов на основе системных исследований. Решена крупная научная проблема, имеющая важное значение для развития методов оценки компетенций/компетентностей студентов.

Получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

1. Построена модель состава компетенций студента и на ее основе разработана компетентностная модель, отражающая структуру компетенций.

Впервые проведена декомпозиция компетентностной модели до уровня измеряемых элементов.

2. Разработана информационная технология для решения задач измерения компетентности студентов вуза, отличительной особенностью которой является возможность использования в качестве инструментария как тестовой технологии, так и результатов экспертного оценивания, а также формирование обобщенной экспертной оценки с учетом типов измерительных шкал. Поставлена и решена задача формирования интегральных критериев для оценки компетентности студентов по результатам педагогического и психологического тестирования и экспертного оценивания.

3. Разработана информационная технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности. Построена модель структуры компетентности и выявлены неизвестные ранее закономерности и симптомокомплексы, обеспечивающие формирование как ключевых, так и специальных компетенций/компетентностей. Получена типология компетентности студентов технического университета в рамках подсистем компетентностной модели.

4. Предложены новые информационные технологии, на базе которых можно решать широкий круг задач, связанных с оценкой компетенций/компетентностей студентов как технических, так и гуманитарных специальностей.

**Методы исследований.** При выполнении работы использованы методы математического моделирования (аппарат теории множеств, методов статистического и интеллектуального анализа данных, методов распознавания образов и принятия решений в условиях неопределенности), компьютерного моделирования, системного анализа.

**Достоверность и обоснованность** исследований обеспечивается формулированием и детальным обоснованием всех рабочих гипотез, получением основанных на них результатов с использованием строгого математического аппарата, проверкой разработанных в диссертации положений компьютерным моделированием и сравнением с результатами практического внедрения.

**Практическая ценность работы заключается в следующем:**

Предложенные автором алгоритмы обработки и анализа результатов экспертного оценивания и построения формализованных критериев для решения задач оценки компонентов компетентности, позволяет эффективно решать задачи, связанные с оценкой компетентности студентов. Отдельные модули разработанного программного комплекса имеют самостоятельное значение и могут использоваться в автономном режиме, что делает его универсальным инструментом для решения различных прикладных задач оценки компетентности студентов. Результаты, полученные в диссертационной работе, использованы при написании четырех учебных пособий.

**Основные положения, выносимые на защиту**

1. Модель состава компетенций студента технического университета и иерархическая компетентностная модель, отражающая структуру компетенций.

2. Информационная технология для решения задач измерения компетенций/компетентностей студентов вуза, включающая в себя алгоритм формирования обобщенных экспертных оценок и интегральные критерии для оценки компетентности студентов по результатам педагогического и психологического тестирования и экспертного оценивания с учетом типов измерительных шкал.

3. Информационная технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетенций/компетентностей и выявленные закономерности и симптомокомплексы, обеспечивающие формирование различных видов компетенций. Типология компетенций/компетентностей студентов (на примере Томского политехнического университета).

4. Разработанные инструментальные средства и информационные технологии, позволяющие решать широкий круг задач, связанных с оценкой компетенций/компетентностей студентов.

**Апробация работ.** Результаты работы докладывались на VI и VII Международных научно-практических конференциях «Качество – стратегия XXI века», Томск, 2001, 2002; IV Международной научно-практической конференции «Качество образования. Достижения. Проблемы», Новосибирск, 2001; V Международной научно-практической конференции «Проблемы и практика инженерного образования», Томск, 2002; 5 международной конференции «Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии», Самара, 2000; 7 и 10 национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ'2000, КИИ'06, Переяславль-Залесский, 2000, 2006; международных научных конференциях «Интеллектуализация обработки информации (ИОИ-2002, ИОИ-2004)», Алушта, Украина, 2002, 2004; IV Всероссийской конференции с международным участием «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур», Томск, 2002; третьей международной научно-практической конференции «Формирование профессиональной культуры специалистов XXI века в техническом университете», Санкт-Петербург, 2003; международной научно-технической конференции «Компьютерное моделирование – 2003», Санкт-Петербург, 2003; международных научно-технических конференциях «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'01, IEEE AIS'03, IEEE AIS'04, IEEE AIS'05, IEEE AIS'06)», Дивноморское, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006; XI международной конференции «Информационные и математические технологии в научных исследованиях», Иркутск, 2006; международных конференциях «Лингвистические и культурологические традиции образования, Томск, 2005, 2006; международной конференции «Инженерное образование и наука в мировом пространстве» GEER, Томск, 2006.

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы изложены в 94 работах, включающих 3 монографии и 23 статьи в журналах, из перечня журналов, рекомендованных ВАК. Список наиболее значимых работ приведен в конце автореферата.

**Внедрение результатов.** Результаты работы внедрены в отделе социально-психологических исследований информационно-аналитического центра, на кафедре «Физкультурно-оздоровительный центр» и военной кафедре Томского политехнического университета, в Томском государственном педагогическом университете, Институте психологии РАН (г. Москва), ОАО «Научно-производственный центр «Полус» (г. Томск).

**Связь работы с научными программами, темами, грантами.** Значительная часть исследований проводилась в соответствии с планом работ по грантам: РФФИ, 2003-2005, №03-06-80128, «Моделирование механизмов эффективной интеллектуальной самореализации субъекта»; РФФИ, 2004-2006, №04-06-80413, «Моделирование адаптационных стратегий человека», РГНФ, 2001-2003, №01-06-00084а, «Выявление специфики когнитивного развития субъектов с высоким и сверхвысоким уровнем интеллекта»; РГНФ, 2002-2004, №02-06-00086а, «Влияние типов социальных взаимодействий на интеллектуальную самореализацию и социальную адаптацию одаренных студентов в технических вузах», РГНФ, 2006-2008, №06-06-0058а «Роль интеллектуального ресурса в совладающем поведении: содержательное и математическое моделирование».

В работу вошли также результаты, полученные в ходе выполнения целевой программы НИР Томского политехнического университета «Поиск талантов» (проект «Комплексный анализ личностных свойств и творческих способностей абитуриентов и студентов первого курса Томского политехнического университета», 1999-2000 г.г.) и комплексных программ развития Томского политехнического университета «Усовершенствование системы качества на факультете автоматике и вычислительной техники»; «Разработка системы менеджмента качества АВТФ ТПУ»; «Информационное и программное обеспечение автоматизированного комплекса для контроля психофизиологического состояния студентов Томского политехнического университета» (1996-2000); «Комплексная оценка уровня здоровья студентов Томского политехнического университета на базе автоматизированного комплекса» (2001-2005); «Мониторинг психического здоровья, личностных особенностей и мотивации студентов, обучающихся на военной кафедре Томского политехнического университета» (2005); научной программы Томского политехнического университета «Роль интеллектуального ресурса в совладающем поведении» (гос. регистрация №01200608440).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы (395 источников). Материал изложен на 321 странице, содержит 92 таблицы, 72 рисунка.

### **Содержание**

**Первая глава** посвящена анализу современного состояния проблемы исследования и оценки компетентности студентов. Определены понятия компетенции и компетентности. Построена модель состава компетентности студентов, определены ее подсистемы, компоненты и элементы.

Следует отметить, что в литературе существует два варианта толкования понятий «компетенция» и «компетентность»: они либо отождествляются, либо дифференцируются. Чаще всего понятия компетенция и компетентность используются в одном и том же смысле; нет четкого определения, что такое компетентностная модель. В диссертации под *компетенцией* понимается некоторая формальная системная характеристика, отражающая структуру знания, опыта, и умения вне связи с конкретной областью. Компетентность связывается с предметной областью и содержит конкретные общесистемные признаки знания, опыта и умения. При этом компетентностная модель рассматривается как некоторая информационная система, отражающая структуру образовательного процесса, обеспечивающую адекватный контроль и оценку получаемых знаний и приобретаемого опыта.

*В работе, где нет необходимости, не акцентируется внимание на имеющихся формальных отличиях в определениях компетенции и компетентности и часто в тексте используются одновременно (компетенция/компетентность).* Это важно при системном анализе образовательного процесса с использованием компетентностного подхода.

На основе анализа работ по проблеме компетенции/компетентности как зарубежных (Н. Хомский, Р. Уайт, Дж. Равен), так и отечественных авторов (И.А. Зимняя, Ю.Г. Татур, А.И. Суббето, Н.В. Кузьмина, А.К. Маркова, В.Н. Куницина, Г.Э. Белицкая, Л.И. Берестова, В.И. Байденко, А.В. Хуторской, Н.А. Гришанова и др.) установлено, что на сегодняшний день отсутствует единая классификация компетенций/компетентностей. Так, А.В. Хуторской, рассматривая образовательные компетенции, дифференцирует их по тем же уровням, что и содержание образования: ключевые (реализуемые на метапредметном, общем для всех предметов содержании); общепредметные (реализуемые на содержании, интегративном для совокупности предметов, образовательной области); предметные (формируемые в рамках отдельных предметов). Классификация компетенций Европейской ассоциацией университетов включает в себя инструментальные, межличностные и системные компетенции. И.А. Зимняя выделяет 10 ключевых компетенций, объединяя их в три большие группы. Существует еще ряд классификаций, однако, их анализ показал, что все они в том или ином виде включают в себя две основные группы компетенций: ключевые и специальные.

Определение и содержание ключевых компетенций представляет наибольший разброс мнений. При этом используются как европейская система ключевых компетенций (например, классификация Европейской ассоциации университетов – ЕАУ), так и собственно российские классификации, в составе которых представлены ценностно-смысловая, общекультурная, учебно-познавательная, информационная, коммуникативная, социально-трудовая компетенции и компетенция личностного самосовершенствования.

В рамках нашего исследования *ключевые компетенции* определены как инвариантные к любому виду деятельности, а *специальные* – это компетенции, содержание которых обусловлено спецификой будущей профессиональной деятельности студента. В диссертационной работе основное внимание уделено

проблеме исследования ключевых компетенций. Исследование специальных компетенций ограничено специальностями технического университета.

Предложенное И.А. Зимней рассмотрение компетенции/компетентности в общем плане становления компетентного подхода к образованию (*СВЕ*) свидетельствует, (и это отмечается всеми исследователями), об очень большой сложности их измерения и оценивания. Решение данной проблемы и является одной из основных целей диссертационного исследования. Таким образом, необходимо разработать *технология оценки компетентности*, которая по определению (А.И. Субетто) представляет собой систему выбора и применения оценочных средств, шкал оценки и правил принятия решения по результатам оценивания. Под *оценочным средством* понимается комплекс средств, обеспечивающих «оценку соответствия» компетентностной модели специалиста с высшим образованием.

Поскольку компетентность является интегральной характеристикой, ее можно рассматривать как некоторую объективную реальность образовательного процесса с характерными признаками сложных систем, исследование которых предполагает решение задач, связанных с их отображением и развитием.

На сегодняшний день нет однозначного ответа на вопросы о закономерностях и механизмах формирования и развития компетентности, нет единства взглядов на структуру компетентности, имеют место значительные затруднения в объяснении механизмов формирования компетентности. Следовательно, необходим системный подход к проблеме компетентности специалиста, механизмах ее формирования и развития.

Важным этапом системного анализа является построение моделей состава и моделей структуры исследуемой системы. Под компетентностной моделью студента в диссертационной работе понимается модель, отражающая структуру компетенций. В общем виде компетентностная модель имеет вид:

$$\{S\} = S_1 \otimes S_2 \otimes S_3 \otimes \dots \otimes S_n,$$

где  $S_i$  – подсистема компетентности;  $n$  – количество видов компетентности;  $\otimes$  – знак обобщенного произведения (теоретико-множественного или логического соответствия).

С другой стороны, компетентностную модель можно представить в виде иерархической функциональной структуры (рис.1), состоящей из подсистем, компонентов и измеряемых элементов.

Для определения основных подсистем компетентности, а также входящих в их состав компонентов и элементов, проанализированы существующие модели компетентности специалиста с высшим образованием. Установлено, что в практике европейского профессионального образования различают 4 модели компетенций: МК1 – в основе которой лежат идеи профотбора; МК2 – в которой особое внимание уделяется освоению человеком стандартных процедур и операций; МК3 – основанная на анализе результатов производственной деятельности; МК4 – учитывающая в первую очередь требования «потребителя» к специалисту с высшим образованием.

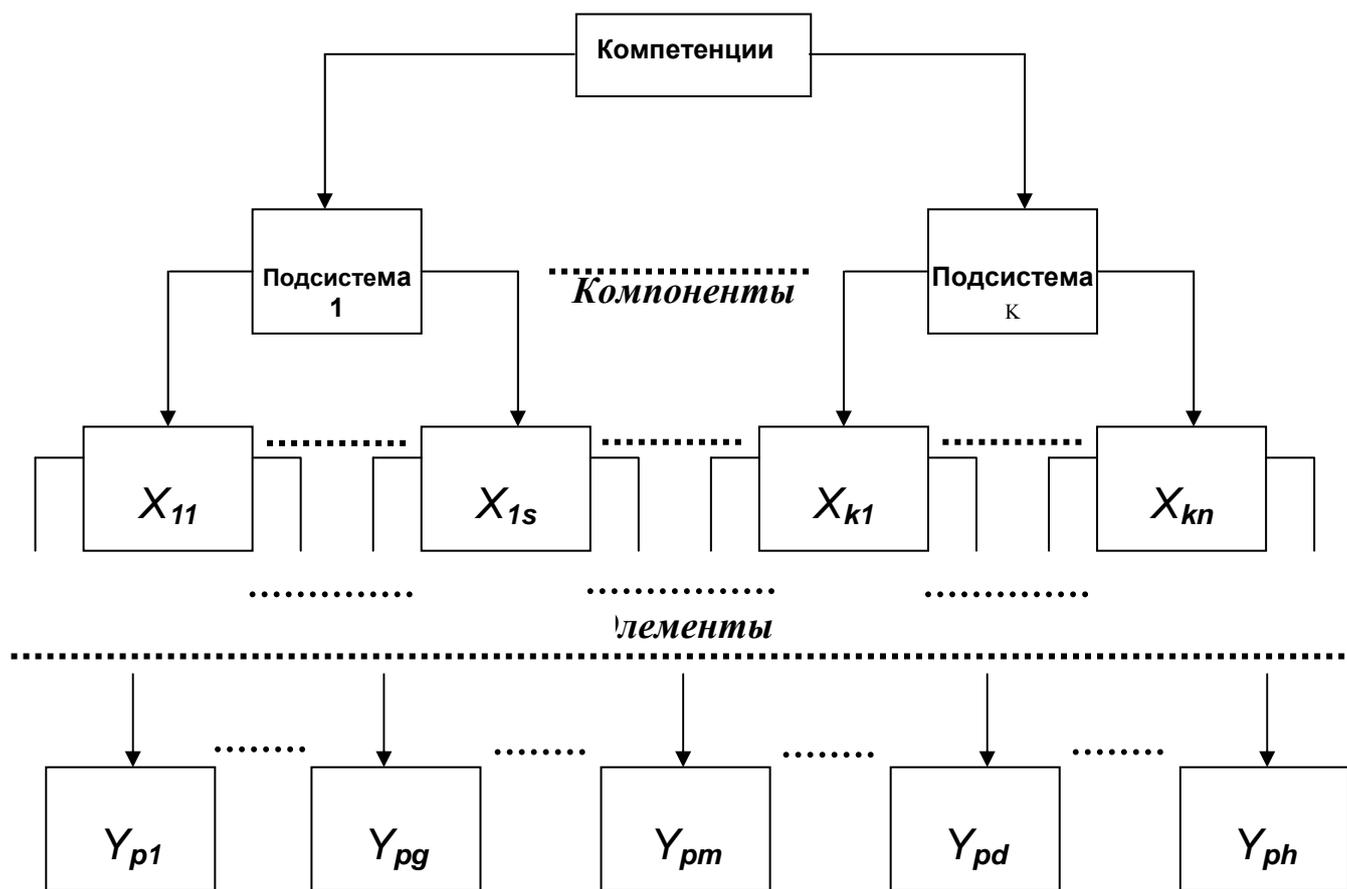


Рис. 1. Компетентностная модель в виде иерархической структуры

Среди отечественных моделей компетентности особо следует выделить модель И.А. Зимней, раскрывающей содержание ключевых компетенций, а также модели Ю.Г. Татура и В.И. Байденко, позволяющие связать содержание компетенций с содержанием ГОСов для специальностей технического университета.

Особое место в исследованиях, связанных с проблемами формирования компетентности занимают акмеологические исследования (А.К. Маркова, А.А. Деркач, В.Г. Зазыкин). На сегодняшний день в акмеологии определены инварианты профессионализма, не зависящие от специфики профессиональной деятельности, которые по своему содержанию близки к определению ключевых компетенций.

В предлагаемой в диссертационной работе компетентностной модели интегрированы акмеологический подход и подходы, реализованные в отечественных и европейских моделях компетенций/компетентностей. Взаимодополнение основных компетентностных моделей отражено на схеме (рис.2).

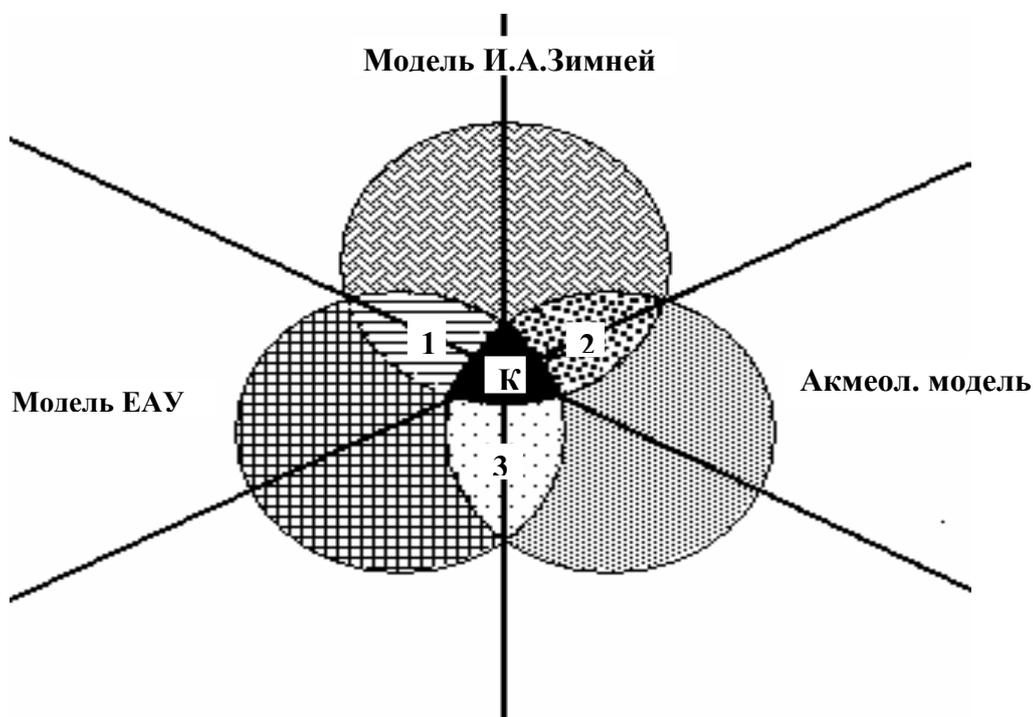


Рис.2. Схема взаимодействия компетентностных моделей

Как видно из рис. 2, среди ключевых компетенций (К) нами были выделены три основные группы: социальные (1); ценностно-смысловые (2) и информационно-технологические (3), которые вошли в состав компетентностной модели студента (рис.3), в виде иерархической структурной схемы из четырех подсистем и основных компонентов компетентности студентов.

В диссертационной работе определены подсистемы, компоненты и элементы компетентности, а также способы измерения компонентов и элементов компетентности. Проанализированы особенности исходной информации с точки зрения измерительных шкал.

В табл.1 показаны выделенные нами компоненты и возможные способы их измерения для подсистемы предметно-деятельностная (специальная) компетентность

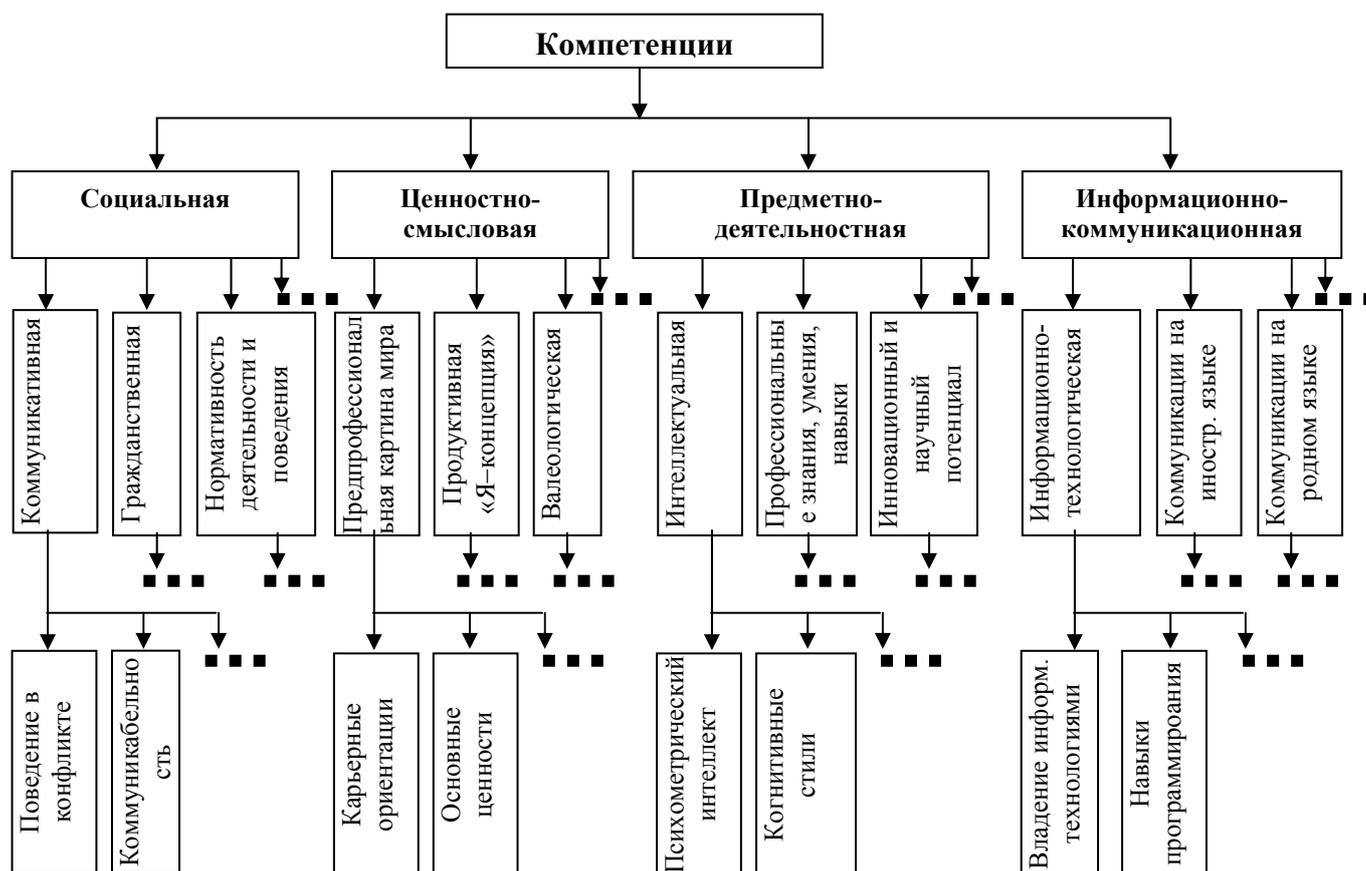


Рис.3. Компетентностная модель студента

Табл 1. «Предметно-деятельностная (специальная) компетентность»

Компоненты компетентности		Способы измерения (методы получения количественных оценок)
Профессионально важные качества	Физиологические	Данные анамнеза Психофизиологические тесты Функциональные пробы Самооценка
	Психофизиологические	
	Интегративные психические свойства	Психодиагностическое тестирование Экспертное оценивание Самооценка
	Личностно-деловые	
Эмоционально-волевая сфера		
Профессиональные знания, умения, навыки	Теоретические знания	Оценки (рейтинг) по учебным дисциплинам Экспертное оценивание Педагогическое тестирование Анализ результатов деятельности
	Практические знания	
	Инновационный и научный потенциал	
Интеллектуальная компетентность	Психометрический интеллект	Психодиагностическое тестирование Анализ результатов деятельности
	Креативность (творческие способности)	

**Вторая глава** посвящена решению задач разработки алгоритмов и компьютерного инструментария для измерения и оценки компонентов и

элементов компетентности на основе методов тестирования и экспертного оценивания. Определены области применения психологического и педагогического тестирования при решении задач оценки компетентности.

В диссертационной работе разработаны алгоритмы и программы оценки качества тестовых заданий (для педагогических тестов) на основе моделей Раша и Бирнбаума. Основное достоинство выбранных моделей в том, что они преобразует измерения, сделанные в дихотомических и порядковых шкалах в линейные измерения. Разработан алгоритм оценки параллельности тестовых заданий, основным достоинством которого является использование для вывода о параллельности трех различных критериев, что повышает надежность получаемых результатов.

Продемонстрирована эффективность предложенного подхода на реальных данных (решения задачи оценки остаточных знаний у студентов Томского политехнического университета).

Выявлены особенности представления результатов психологического тестирования в зависимости от вида теста (формализованные и неформализованные методики). Показана роль проективных методик в оценке подсистем и компонентов компетентности и необходимость разработки алгоритмического и программного обеспечения для обработки результатов различного вида психологических тестов.

Определены и программно реализованы (рис.4) психодиагностические методы и методики измерения компонентов и элементов компетентности.

В табл. 2. в качестве примера приведены особенности измерения некоторых интегративных свойств личности, входящие в состав ПВК в подсистеме «Предметно-деятельностная компетентность».

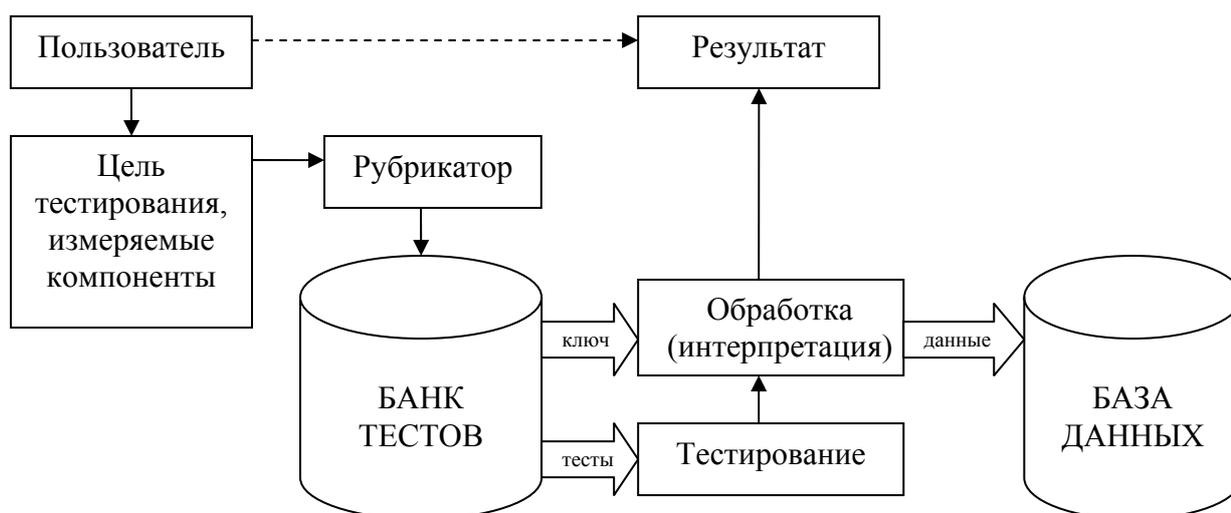


Рис. 4. Схема компьютерного психологического тестирования для определения компонентов и элементов компетентности

Вторая группа методов, рассмотренная во второй главе – методы экспертного оценивания. Проанализированы существующие методы обработки и анализа результатов экспертного оценивания. В диссертационной работе предложен алгоритм для определения обобщенного мнения экспертов с учетом типа измерительной шкалы (рис. 5). Эффективность работы алгоритма продемонстрирована на примере задачи определения требований к компетентности молодых специалистов со стороны работодателей.

Табл.2 . Измерение интегративных психических свойств личности с помощью психологических тестов

<b>Психические свойства личности</b>	<b>Психодиагностич. методика</b>	<b>Измеряемый (диагностируемый) признак</b>	<b>Тип измерительной шкалы</b>
Импульсивность - рефлексивность	Тест Кагана	Время первого ответа Количество ошибок	Шкала отношений
Синтетичность - аналитичность	Тест Колги	Количество выделяемых испытуемым групп объектов	Шкала отношений
Полезависимость - полнезависимость	Тест Уиткина	Соотношение и время поиска фигур в 1-ой и 2-ой части теста	Шкала отношений
Обучаемость			
Психоэмоциональная устойчивость	Тест люшера	Порядок выбора цветов в цветовом ряде	Ранговая
Тип темперамента	Тест Айзенка	Нейротизм	Интервальная
		Тип темперамента	Номинальная

В диссертационной работе проанализированы особенности предлагаемых нами измерительных процедур компетентности с точки зрения измерительных шкал (табл. 3).

Таблица 3. Измерительные процедуры для оценки компетентности студентов

<b>Тип измерительной шкалы</b>	<b>Экспертные оценки</b>	<b>Психологическое и педагогическое тестирование</b>	<b>Результаты учебной деятельности</b>
Номинальная	Качественные оценки	1. Результаты тестов на определение типа темперамента, акцентуации характера и т.п. 2. Проективные методики	Деление на классы «хорошисты», «отличники» и пр.
Порядковая	Ранговые оценки	Тесты на определение степени выраженности какого-либо признака или свойства (например, уровень стресса)	Рейтинг
Интервальная	Некоторые виды балльных оценок		
Отношений	Точечные оценки	Результаты психофизиологических тестов (время реакции, объем память и т.д.)	
Нечеткая	Лингвистические переменные и функции принадлежности		

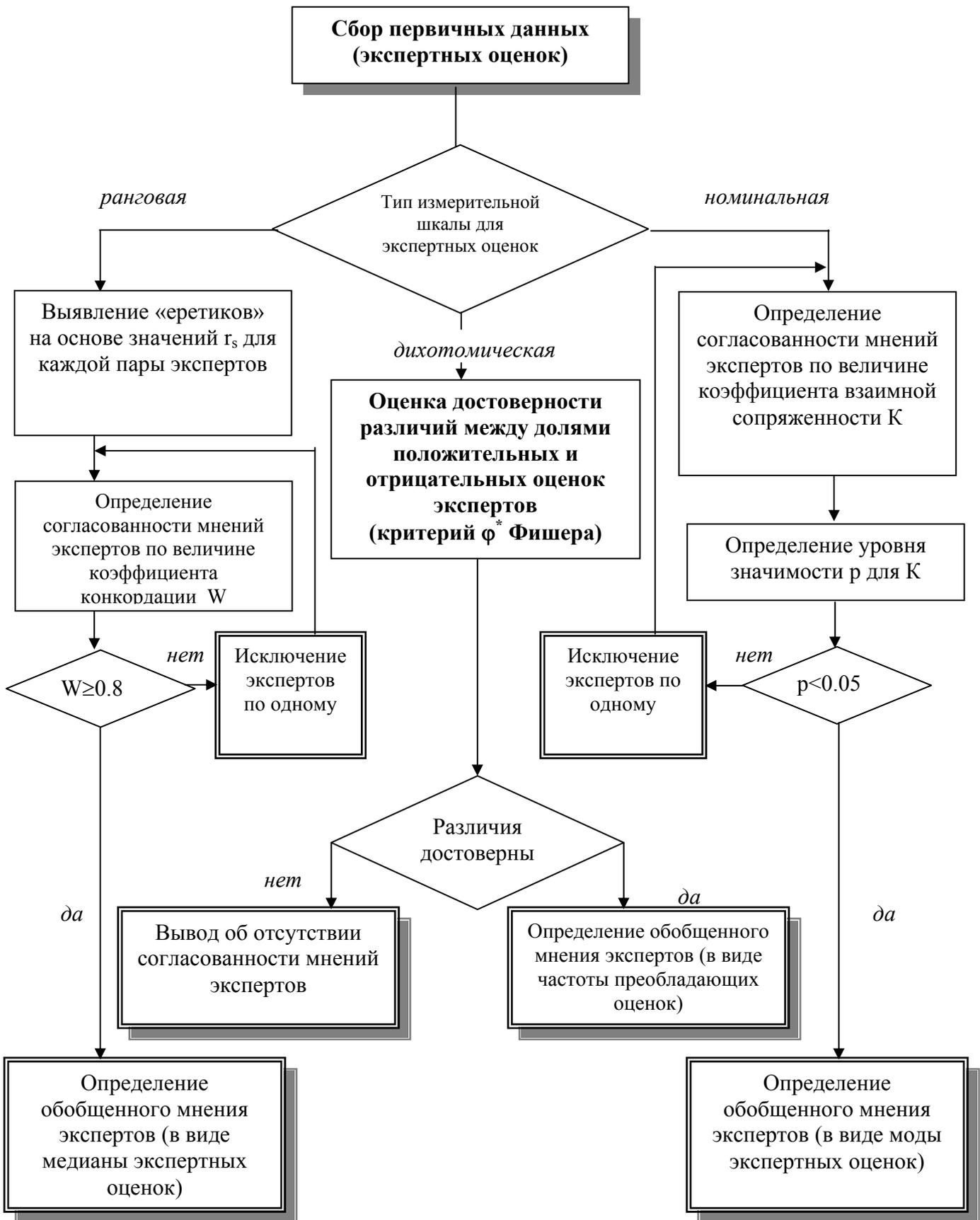


Рис. 5. Технология обработки и анализа результатов экспертного оценивания

**Третья глава** посвящена вопросам получения моделей структуры компетентности.

Разработанная в диссертационной работе информационная технология формирования знаний в слабоструктурированных предметных областях рассматривается на примере исследования интеллектуальной компетентности студентов.

Суть информационной технологии формирования знаний составляет последовательный интеллектуальный анализ данных на этапе 1 – на основе метода локальной геометрии, на этапе 2 – на основе метода ограниченного перебора, на этапе 3 – на основе построения деревьев решений, на этапе 4 – выявление устойчивых логических закономерностей в изучаемой предметной области относительно выбранных методов исследования.

Выбранные методы не являются обязательными. Кроме того, необязательно последовательное прохождение первых трех этапов. Это может быть любая комбинация из двух этапов, или к предложенным методам могут быть добавлены другие методы, результатом которых являются логические модели (например, метод случайного поиска с адаптацией, метод ветвей и границ и др.), поскольку заключительный этап работает только с конъюнкциями элементарных событий.

Каждый из выбранных методов имеет свою специфику, и позволяет по-разному «взглянуть» на структуру исходных данных. Отличия в специфике применяемых методов будут тем заметнее, чем с более сложными и разнообразными объектами приходится иметь дело исследователю. Ниже дается описание выбранных методов.

В отличие от традиционных методов анализа многомерных данных, опирающихся на геометрическую метафору, и использующих представление об общем пространстве признаков для всех объектов и об одинаковой мере, применяемой для оценки их сходства или различия, в методе локальной геометрии каждый отдельно взятый объект представляет собой самостоятельный информационный факт, имеющий важные уникальные особенности, которые можно раскрыть, если сконструировать для него собственное пространство признаков и найти индивидуальную меру, определяющую иерархию его сходства (различия) с другими объектами, что особенно важно при исследовании слабоструктурируемой предметной области.

Построение локального пространства осуществляется путем перехода к новой векторной переменной  $\Delta = |x - x_i|$ , где  $x_i$  – выбранный объект для изучения, называемый также центральным.

После такого преобразования центральный объект располагается в начале координат локального пространства. Определение меры его сходства/различия с другими объектами позволяет раскрыть присущие ему полезные свойства для решения конкретной диагностической задачи. Конструирование собственного пространства признаков и нахождение индивидуальной меры предложено В.А. Дюком называть локальным преобразованием пространства признаков.

Задача локального преобразования пространства признаков формулируется как задача определения локальной взвешенной метрики

$d_i(x_i, x_j)$  того или иного типа, обеспечивающей оптимальную иерархию близостей объектов  $x_j$  ( $j = \overline{1, N}$ ) относительно объекта  $x_i$ . Для дихотомических признаков может быть использована взвешенная метрика Хэмминга

$$d_i(x_i, x_j) = w_i' \Delta_{ij},$$

где  $\Delta_{ij} = (|x_{i1} - x_{j1}|, |x_{i2} - x_{j2}|, \dots, |x_{ip} - x_{jp}|)'$  и  $w_i = (w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{ip})'$  – весовой вектор с неотрицательными элементами, так как различие объектов  $x_i$  и  $x_j$  по какому-либо признаку должно обязательно приводить к увеличению расстояния  $d_i(x_i, x_j)$ , либо вообще не сказываться на изменении расстояния  $d_i(x_i, x_j)$ .

Тогда, если для некоторого подмножества объектов выполняется условие неотрицательности весовых коэффициентов, то на этом подмножестве истинно следующее логическое высказывание:

$$(x_{j_1} = x_{i_{j_1}}) \wedge (x_{j_2} = x_{i_{j_2}}) \wedge \dots \wedge (x_{j_l} = x_{i_{j_l}}),$$

где  $j_l$  ( $l = \overline{1, k}$ ) – индексы при ненулевых компонентах весового вектора  $w$ .

Поскольку в слабоструктурированных предметных областях исходные данные обладают рядом отмеченных выше особенностей, то нами было предложено на начальных этапах (1 и 2 этап) конструирования логических правил проводить визуальное изучение геометрической структуры исходных и преобразованных данных, а перевод количественных и порядковых признаков в серию бинарных осуществлять посредством разработанной совместно с Муратовой Е.А. программы *UniData*. Такой подход дает возможность проводить более качественный анализ данных по сравнению с методом, предложенным В.А. Дюком.

Использование данного метода на первом этапе технологии позволит исследователю всесторонне изучить структуру исходных данных, осуществляя последующие действия с большим пониманием изучаемой проблемы.

В качестве инструментария для построения логических правил методом ограниченного перебора была выбрана система *WizWhy*. На основании анализа вычисленных частот делается заключение о полезности той или иной комбинации (комбинация есть конъюнкция элементарных событий, представляющих собой попадание значений признаков в определенные интервалы) для классификации, распознавания и прогнозирования.

Деревья решений являются достаточно распространенным в настоящее время подходом к выявлению и визуализации логических закономерностей в данных. В качестве инструментария для построения деревьев решений выбрана система *See5*.

Корню дерева соответствует самый информативный характеристический признак. Далее, в вершинах располагаются признаки в порядке уменьшения значений прироста информативности. В качестве меры информативности узла используется энтропия.

Имеется множество  $T$  объектов, разделенных по значениям классифицирующего признака на полные непересекающиеся классы  $C_1, C_2, \dots, C_k$  (классифицирующий признак может принимать  $k$  возможных значений), тогда

информация, необходимая для идентификации класса, есть

$$Info(T) = I(P),$$

где  $P$  – вероятность распределения классов  $(C_1, C_2, \dots, C_k)$ :

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_k) = \left( \frac{|C_1|}{|T|}, \frac{|C_2|}{|T|}, \dots, \frac{|C_k|}{|T|} \right)$$

а  $I(P)$  – энтропия, вычисляемая по формуле:

$$I(P) = -(p_1 * \log(p_1) + p_2 * \log(p_2) + \dots + p_k * \log(p_k)).$$

Информация, необходимая для идентификации класса при условии, что нам известно значение разделяющего (характеристического) признака  $X$ , считается как:

$$Info(X, T) = \sum_{i=1}^m \left( \frac{|T_i|}{|T|} * Info(T_i) \right),$$

где  $T_i$  – одно из возможных значений разделяющего признака  $X$ ,  $m$  – количество значений разделяющего признака,  $Info(T_i)$  – информация для каждого значения разделяющего признака.

Тогда величина, характеризующая прирост информативности  $Gain(X, T)$  может быть определена как:

$$Gain(X, T) = Info(T) - Info(X, T).$$

Прирост информативности представляет собой разницу между информацией, необходимой для идентификации класса и информацией, необходимой для идентификации класса при условии, что нам известно значение признака  $X$ . При использовании обучающей выборки с неполным набором информации вычисление коэффициента прироста признака производится только по признакам с определенными значениями.

Результаты классификации и прогнозирования по каждому построенному дереву будут различаться. Для построения коллективной классификации и прогнозирования используется метод голосования, т.е. объекту приписывается тот класс, которому отдает предпочтение большинство деревьев из набора.

Четвертый этап является самым важным в представляемой информационной технологии формирования знаний. На этом этапе желательно привлечь к работе нескольких экспертов.

В разработанной информационной технологии реализована возможность предоставить исследователю из получаемой совокупности логических закономерностей извлечь только ту информацию, которая бы обеспечивала валидность, непротиворечивость и не была избыточной. На рис.6 в виде схемы представлена технология выявления закономерностей, которая может быть использована не только для исследования структуры компетентности, но и для формирования базы знаний в любых слабоструктурированных областях.

Данная технология использована для выявления скрытых закономерностей в структуре интеллектуальной компетентности студентов технического

университета. В частности были исследованы соотношения психометрического интеллекта, когнитивных способностей и стилевых (метакогнитивных) свойств интеллектуальной деятельности в группе лиц, имеющих реальные интеллектуальные достижения в научно-технической деятельности (интеллектуально компетентных), сравнительно с контрольной группой студентов.

Наиболее интересные результаты были получены при использовании метода поиска логических правил в системе *WizWhy* и построении деревьев решений. Основываясь на теории Дж. Р. Стернберга о двух различных формах интеллектуальной продуктивности: практической (проявляемой в реальной жизнедеятельности и достижениях) и академической (проявляемой в учебной деятельности, освоении новых знаний, навыков), были выделены две группы студентов: с практической (группа 1) и академической (группа 2) успешностью.



Рис.6. Технология обнаружения устойчивых закономерностей

С помощью системы *WizWhy* было построено 41 правило, среди которых оказалось 6 так называемых «неожиданных» правил, чья точность и полнота прогноза оказались выше заданной. Анализируемые переменные (результаты тестов Амтхауэра, Струпа, Кагана и Уиткина) и примеры выявленных системой логических правил представлены в табл. 4.

Таблица 4. Примеры полученных логических правил

Практический интеллект	Академический интеллект
<p><i>1) If IQ is <u>117,50 ... 126,00</u> and tK is <u>26,65</u> and T3-T2 is <u>15,00...30</u> and expl is <u>0,5...0,8</u> and NK2 is <u>0,24 ... 0,60</u> Then « группа » is <u>1</u> Rule's probability: <b>0,917</b> The rule exists in <b>28</b> records. Error probability &lt; 0,00001</i></p>	<p><i>2) If IQ is <u>95,00 ... 116,00</u> and NK2 is <u>0,12 ... 0,60</u> and T3-T2 is <u>31 ... 44</u>, Then « группа » is not <u>1</u> Rule's probability: <b>0,933</b> The rule exists in <b>32</b> records. Error probability &lt; 0,01</i></p>
<p><u>Показатели: IQ</u> (психометрический интеллект), <u>tK</u> (время первой реакции в ситуации неопределенного выбора), <u>T3-T2</u> (время интерференции), <u>expl</u> (способность к исследовательскому поведению), <u>NK2</u> (обучаемость)</p>	

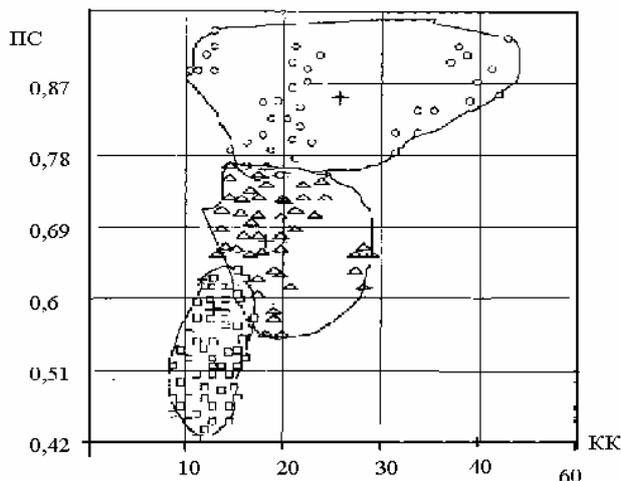
Первое логическое правило соответствует следующему психологическому портрету: студенты, имеющие продуктивную реализацию интеллектуальной активности, характеризуются высоким (но на грани пороговых значений) IQ, медленной, вдумчивой, рефлексивной стратегией принятия решения в неопределенной ситуации; способностью воспринимать, угадывать меняющиеся условия ситуации и гибкостью переключения от интерферирующего влияния; умением учиться в опыте.

Второе логическое правило – студенты, имеющие успехи в учебной деятельности, интеллектуальная активность которых направлена на приобретение новых знаний, умений, целенаправленного расширения своего ментального опыта обладают высоким уровнем развития психометрического интеллекта, обучаемы и подвержены интерферирующему влиянию информационных стимулов.

В полученных правилах наиболее значимым показателем оказался коэффициент интеллекта IQ, что противоречит современным представлениям о психометрическом интеллекте как слабом прогностическом компоненте. На втором месте – динамика обучаемости и на третьем показатель ригидности познавательного контроля. Данное приоритетное положение показателей соответствует определению когнитивных стилей как факторов продуктивности интеллектуальной деятельности и параметров, активно участвующих в организации интеллектуальной активности. Кроме того, согласно полученным результатам, студенты, имеющие практические достижения в научной сфере не имеют гендерных различий в организации интеллектуальных структур.

Для выявления закономерностей в структуре компетентности в диссертационной работе предлагается также технология, основанная на совместном использовании факторного и кластерного анализа, на основе которой были выявлены новые закономерности в структуре интеллектуальной компетентности. Исследовались соотношения психометрического интеллекта, когнитивных способностей и стилевых (метакогнитивных) свойств интеллектуальной деятельности в группе студентов с высокими и сверхвысокими значениями IQ.

Среди полученных результатов наибольший интерес представляет тот факт, что если при низком уровне креативности продуцирование сложного образа и его вербальное обозначение являются целостным процессом, то при высоком уровне для ряда испытуемых характерен распад перцептивных и вербальных функций, при еще большем повышении интенсивности творческих преобразований происходит разнонаправленное функционирование сенсорно-перцептивной и вербальной сфер творческой деятельности (рис.7).



ПС - показатель значений преобразования стимула – способности к продуцированию сложных перцептивных образов  
 КК - показатель количества категорий – способности продуцировать категории, обозначающие образы.

Рис 7. Отображение выделенных кластеров в пространстве показателей теста Торренса

Вероятно, части высококреативных испытуемых становится крайне сложным переводить в вербальный план продуцируемые идеи и образы, что может затруднить или полностью исключить творческую реализацию лиц, обладающих высоким IQ и высоким уровнем развития креативности.

Выявленные закономерности в структуре интеллекта позволили получить новые неожиданные факты, характеризующие оба типа ментальной сферы человека и выделить целостные комплексные характеристики успешной реализации интеллектуального потенциала в учебной и научной деятельности.

**В четвертой главе** рассмотрены вопросы разработки интегральных показателей и критериев оценки компонентов компетентности студентов.

Любой интегральный показатель суммирует все локальные показатели в какой-то области (временной, пространственной, ситуационной). В свою очередь, локальные оценки – это любые количественные оценки, которые делаются на основе однократных измерений в одной точке – будь то какой-то момент времени, точка в геометрическом пространстве или точка в пространстве состояний.

Формально это положение можно записать следующим образом.

Пусть множество точек, на которых рассматривается наша оценка, есть  $Z$  - набор элементов  $z_1, z_2, \dots, z_n$ . Локальная оценка  $h$ , измеряемая на каждом элементе, есть  $h(z_i)$ . Если множество  $Z$  непрерывно, то интегральная оценка может быть записана в виде интеграла:

$$H = \int_Z h(Z) dZ$$

Нами были использованы различные методы и подходы в зависимости от особенностей решаемой задачи. В качестве базовых были использованы модели квалиметрии (Селезнева Н.А., Субетто А.И.), методы получения интегральных оценок состояния организма человека (Баевский Р.М., Новосельцев В.Н., Казначеев, Айдаралиев А.А., Кобринский Б.А.) и интегральных критериев профессиональной готовности (Коваленко А.В.) и профпригодности (Фрумкин А.А.).

На основе проведенного в главе 1 анализа типов методов свертывания, используемых в моделях квалиметрии, выбраны методы, наиболее подходящие для формирования интегральных показателей и критериев оценки компетентности. Предложенные нами интегральные оценки можно разделить на 4 вида в соответствии с используемым типом свертки (табл. 5).

В табл. 5 приведена информация о разработанных в диссертационной работе интегральных показателях оценки компонентов компетентности.

Таблица 5 . Интегральные показатели и критерии оценки компетентности

<b>Виды свертки</b>	<b>Виды интегральных показателей и критериев</b>	<b>Оцениваемые компоненты компетентности и решаемые задачи</b>
<p><i>Функциональное свертывание</i></p> $\bar{\mu} = f(\mu_1, \dots, \mu_n)$	Формализованные критерии в виде факторных моделей	Интегральные показатели для оценки личностных и деловых качеств (предпринимательские способности, педагогические способности и т.п.)
<p><i>Сепарабельное свертывание</i></p> $\bar{\mu} = \sum_{i=1}^n \ell(\lambda_i) \varphi(\mu_i),$	Функции соответствия в виде свертки функций принадлежности	
<p><i>Аддитивная свертка</i></p> $\bar{\mu} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \mu_i$	Обобщенная свертка в виде линейной регрессии	Интеллектуальный потенциал
<p><i>Альтернативное конъюнктивное свертывание:</i> свертка альтернативных бивалентных мер качества <math>\{0; 1\}</math> в виде <i>конъюнкции предикатов пригодности</i></p>	Интегральные критерии в виде продукционных моделей	Интегральные критерии профессиональной пригодности для различных специальностей технического университета

Остановимся подробнее на некоторых результатах.

### **Обобщенная свертка в виде линейной регрессии.**

Использование линейной регрессии для формирования интегральных показателей компонентов компетентности привело к хорошим результатам, только в случае оценки интеллектуального потенциала студентов. Было построено несколько регрессионных моделей, характеристика которых представлена табл.6.

Таблица 6. Показатели качества регрессионных моделей

№	Вид модели	Коэффициент детерминации	Уровень значимости
1	Общая модель без учета гендерного фактора	49,8 %	0,002
2	Модель оценки интеллектуальной компетентности (для мужчин)	66,5 %	0,05
3	Модель развития интеллектуальной компетентности (для женщин)	76,3%	0,08
4	Общая модель с учетом гендерного фактора	68,7%	0,0006

Таким образом, для практического использования в качестве интегрального показателя «интеллектуального потенциала» может быть рекомендована модель 4 как наилучшая из четырех полученных моделей регрессионных моделей с точки зрения показателей качества (коэффициента детерминации и уровня значимости). В данной модели зависимые переменные являются характеристиками когнитивных стилей, что в свою очередь экспериментально подтвердило теоретические положения о том, что развитие интеллектуальной компетентности предполагает сформированность метакогнитивных процессов, в том числе способностей планировать, оценивать, контролировать, отслеживать процессы переработки информации.

### **Формализованные критерии в виде факторных моделей**

В диссертационной работе предложен алгоритм формирования обобщенных критериев для оценки подсистем и компонентов компетентности на основе факторных моделей.

Получено два формализованных критерия, названных нами «управленческий потенциал» и «педагогический потенциал».

Оценка педагогического потенциала включает в себя 3 критерия:  $Y_{ПедМ}$  – для оценки педагогического мастерства;  $Y_{ЛичК}$  – для оценки личностных качеств,  $Y_{ПрофК}$  – для оценки профессиональной(специальной) компетентности.

В табл. 7 приведены результаты экспериментальной проверки эффективности данных критериев на выборке из 21 человека. В столбцах слева – количественные показатели формализованных критериев для каждого преподавателя, в столбцах справа – обобщенная экспертная оценка указанных

качеств. Значение коэффициентов корреляции Спирмена, приведенное в нижней строке табл. 9, указывает на высокую положительную связь оценок, полученных при помощи формализованных критериев и обобщенных экспертных оценок, что говорит об эффективности предложенного автором алгоритма. Уровень значимости полученных результатов оказался достаточно высоким ( $p < 0.01$ ).

Таким образом, сформированные нами формализованные критерии могут быть успешно использованы в качестве оценок специальной компетентности выпускников, занимающихся преподавательской деятельностью, а так же при оценке педагогической практики магистрантов и аспирантов.

Таблица 7. Взаимосвязь разработанных формализованных критериев с результатами экспертного оценивания

№	Преподаватель	Педагогическое мастерство			Личностные качества			Профессиональная компетентность		
		$Y_{ПедМ}$	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)	$Y_{ЛичК}$	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)	$Y_{ПрофК}$	Ранг	Обобщенная экспертная оценка (ранг)
1	P1	49.9	18	15	15.62	18	21	13.4	7	5
2	P2	56.6	13	14	17.12	9	6	12.2	11	21
3	P3	45.2	21	20	18.45	2	4	10.0	21	11
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	P20	57.4	11	10	17.25	6	3	10.4	20	16
21	P21	52.2	17	19	18.35	3	7	12.2	11	6
Кэфф. корреляции Спирмена R=0.73					Кэфф. корреляции Спирмена R=0.61			Кэфф. корреляции Спирмена R=0.58		

***Интегральные показатели и критерии в виде продукционных моделей и в виде функций принадлежности.***

В диссертационной работе показано, что интегральные критерии данного вида наиболее эффективны при решении задач оценки профпригодности (оценки уровня сформированности соответствующих компетентностей) для различных специальностей технического университета.

Выявлены особенности применения различные методы построения функций принадлежности, необходимых для реализации алгоритмов нечеткой логики.

Для построения функций принадлежности выбран метод интервальных оценок. В этом случае если имеется интервал  $[h^*, h^0]$  значений критерия  $h$ , который соответствует понятию «хороший» объект, то с приближением значения  $h^a$  к границе  $h^*$  возможность признания объекта  $a$  «хорошим» линейно возрастает, рис.8.

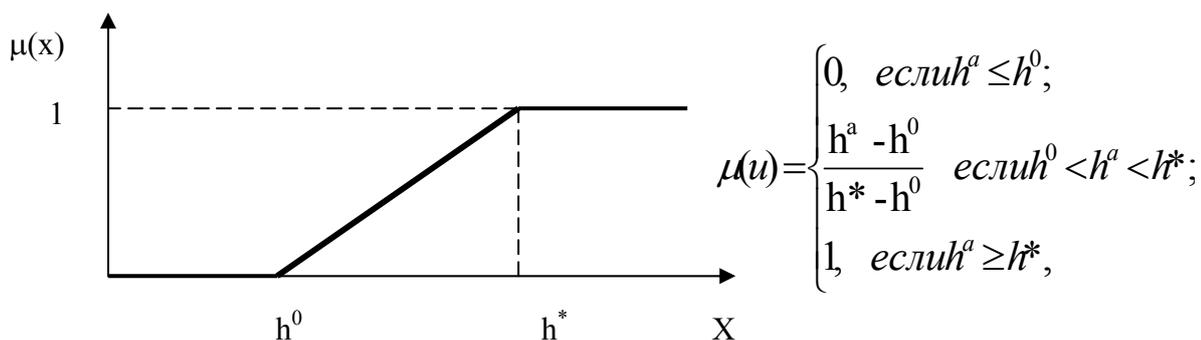


Рис. 8. Представление функции принадлежности

На основе алгоритма принятия решения в условиях неопределенности разработана программа для выбора абитуриентом по результатам компьютерного психодиагностического тестирования наиболее подходящего факультета. Абитуриенты оцениваются по наиболее важным показателям для выбранного факультета. Для каждого из факультетов были определены пороговые значения  $h^0$  и  $h^*$ , по интеллектуальным и личностным показателям. Полученные результаты для некоторых факультетов ТПУ приведены в диссертационной работе. Данные получены как на основе изучения литературных источников, так и на основе результатов экспериментальных исследований, проводимых в ТПУ.

Разработана технология решения задач оценки компетентности на основе алгоритмов нечеткой логики (алгоритма многокритериального выбора альтернатив и алгоритма принятия решений в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде). Продемонстрирована эффективность данной технологии при решении задач оценки компетентности специалистов. Показано, что достоверность результата нечеткого выбора определяется мерой субъективизма экспертов и уменьшение влияние этого фактора можно добиться увеличением числа и компетентности экспертов

**Пятая глава** посвящена разработке и анализу диагностических и прогностических моделей развития компетентности, а также выявлению типологий компетентности в рамках выделенных нами подсистем компетентностной модели. Предложена технология диагностики уровня компетентности студента в зависимости от особенностей решаемой задачи (рис.9).

Реализация ряда методов, представленных на схеме (рис.9) требует предварительного выделения информативных диапазонов для количественных переменных (неоднородная последовательная процедура распознавания - НПП; метод нечеткой классификации). Для решения этой задачи в работе используется разработанный совместно с Муратовой Е.А. алгоритм адаптивного кодирования.

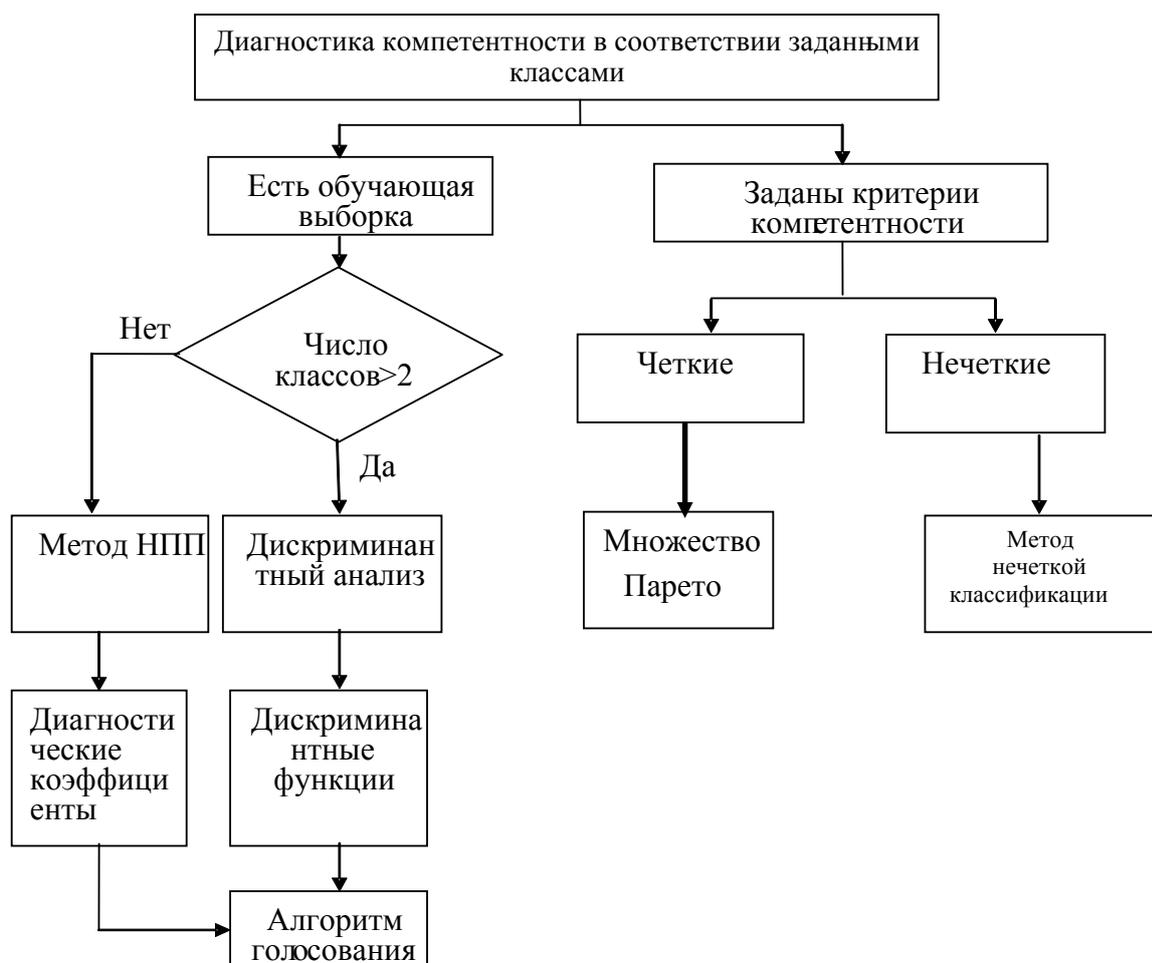


Рис. 9. Схема построения диагностических процедур компетентности

На рис.10 приведены основные этапы предложенного нами алгоритма преобразования пространства исходных признаков для построения классификационных моделей в случае использования разнотипных данных.

Разработаны алгоритмы и построены прогностические модели для решения ряда практических задач:

прогнозирование интеллектуальной компетентности (регрессионная модель);

прогнозирование формирования предметно-деятельностной компетентности студентов, обучающихся на военной кафедре;

диагностика социальной и интеллектуальной компетентности на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания.

Схема формирования решающих правил и процедура принятия решения на основе метода НПП представлена в табл. 8



Рис.10. Этапы преобразования разнотипных данных для решения задач диагностики

Таблица 8 . Процедура принятия решения на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания

Построение решающего правила	Диагностическая процедура
1. Корреляционный анализ признаков с помощью различных видов коэффициентов корреляции в зависимости от типа переменной 2. Оценка информативности признаков. 3. Вычисление диагностических коэффициентов для каждого признака по формуле: $DK = \log \frac{P(x_{ij}/A_1)}{P(x_{ij}/A_2)}$ где $A_1, A_2$ – диагностические классы; $x_{ij}$ – признаки ( $i$ – индекс диапазона, $j$ – индекс признака). 4. Формирование набора признаков для включения в решающее правило.	1. Определение значения $\alpha$ и $\beta$ в зависимости от решаемой задачи, где $\alpha$ - ошибка первого рода $\alpha=0,05$ , $\beta$ - ошибка второго рода $\beta=0,1$ 2. Правило принятия решения: $\lg \frac{\alpha}{1-\beta} < DK(x_1) + \dots + DK(x_n) < \lg \frac{1-\alpha}{\beta}$

Выявлены наиболее информативные показатели для формирования интеллектуальной, коммуникативной и социальной компетентности студентов технического университета и получены решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данных видов компетентности.

Основное достоинство метода НПП заключается в том, что он не накладывает ограничений ни на вид распределения признаков, ни на тип измерительной шкалы, однако в случае, если число диагностируемых классов больше двух, приходится строить сложную иерархическую процедуру, которая далеко не всегда обеспечивает приемлемое качество распознавания. В связи с чем, в случае, когда число диагностируемых классов больше двух, для решения задач диагностики компетентности выбран метод дискриминантного анализа.

#### **Решающие правила в виде дискриминантных функций**

В работе использованы классифицирующие (дискриминантные) функции Фишера  $g_i(x) = w_i^T x - \omega_{0i}$ . Весовые коэффициенты дискриминантных функций определяются по формуле:

$$w_i = S^{-1} m_i \quad (i = 1, k),$$

где  $S$  – матрица ковариаций диагностического класса;  $m_i$  – вектор средних  $i$ -го диагностического класса;  $k$  – количество классов.

Пороговые величины определяются как

$$\omega_{0i} = -\frac{1}{2} w_i^T m_i + \ln P_i \quad (i = 1, k),$$

где  $P_i$  – априорная вероятность  $i$ -го класса.

**Правило диагностики:** объект  $x$  относится к  $i$ -му классу, если выполняется условие:  $g_i(x) = \max_{j=1,k} g_j(x)$ , где  $g_i(x) = w_i^T x - \omega_{0i}$ .

На основе дискриминантного анализа был решен ряд прикладных задач диагностики компетентности студентов технического университета, которые подробно описаны в диссертационной работе. Результаты дискриминантного анализа для одной из задач прогнозирования развития специальной компетентности (качества распознавания полученных решающих правил для классификационной переменной «уровень компетентности») представлены в табл. 9.

Таблица 9. Качество распознавания

Номер класса в обучающей выборке	Предсказанное значение уровня компетентности		
	1	2	3
1	80,00%	20,00%	0,00%
2	7,14%	85,71%	7,14%
3	6,67%	6,67%	86,67%

Обозначения: 1 – низкий уровень; 2 – средний уровень; 3 – высокий уровень

В целом, применение дискриминантного анализа при решении задач диагностики и прогнозирования отдельных компонентов компетентности обеспечило достаточно высокое качество распознавания. Однако, в диссертационной работе сделан вывод о том, что при решении диагностических

задач, связанных с оценкой подсистем компетентности (или компетентности в целом) необходимо использовать другие подходы: решающие правила на основе нечеткой логики или продукционных моделей.

### **Решающие правила на основе продукционных моделей.**

При использовании данного подхода информация формируется для каждого образца из множества  $H = \{h_1, \dots, h_k, \dots, h_m\}$ ,  $m \geq 1$ . Для каждой таблицы задаётся  $k$ -й образец вектором значений  $c(h_k) = (c_{k1}, \dots, c_{kj}, \dots, c_{kn})$ ,  $k = 1, \dots, m$ . Имеют место случаи, когда  $k$ -й образец характеризуется по  $j$ -му признаку не точечным значением  $c_{kj}$ , а одним из полуинтервалов  $\leq c_{kj}$ ,  $\geq c_{kj}$  или интервалом  $[c_{kj, \min}, c_{kj, \max}]$ .

Проверка соответствия  $i$ -го объекта  $k$ -му образцу выполняется путём анализа истинности вектора двухместных предикатов:

$$p(x_i, h_k) = (p(y_{i1}, c_{k1}), \dots, p(y_{ij}, c_{kj}), \dots, p(y_{in}, c_{kn})).$$

При точечном значении  $j$ -го признака  $c_{kj}$  (числового или символьного) используется предикат равенства  $p(y_j, c_{kj}) = Q(y_j, c_{kj})$ . Для проверки принадлежности значения  $y_j(x_i)$  полуинтервалам  $\leq c_{kj}$ ,  $\geq c_{kj}$  используются предикаты "меньше или равно"  $LQ(y_j, c_{kj, \max})$  и "больше или равно"  $MQ(y_j, c_{kj, \min})$  соответственно, а для проверки соответствия диапазону  $[c_{kj, \min}, c_{kj, \max}]$  – составной предикат  $D(c_{kj, \min}, y_j, c_{kj, \max})$ .

Продемонстрируем особенности реализации данного подхода на примере решения задачи отбора студентов на военную кафедру (исследования проводились совместно с С.В. Микони).

Прямое соответствие значения признака заключению устанавливается проверкой истинности унарного предиката. Структура модели идентификации определяется соотношением признаков, относительно которых выполняется распознавание объекта, т.е. вывод заключения о принадлежности объекта одному из заданных классов.

Предикаты, проверяющие объект на соответствие  $k$ -му образцу (классу) по каждому из признаков, сводятся в решающие правила для каждой из таблиц иерархии. Соответствие объекта образцу при истинности предикатов по *всем* признакам табл. 10, представляется решающим правилом, состоящим из конъюнкции предикатов:

$$p(x_i, h_k) = p_k(y_1, c_1) \wedge \dots \wedge p_k(y_j, c_j) \wedge \dots \wedge p_k(y_n, c_n).$$

Соответствие объекта образцу при истинности предиката *хотя бы по одному* из признаков, представляется решающим правилом, состоящим из дизъюнкции предикатов:

$$p(x_i, h_k) = p_k(y_1, c_1) \vee \dots \vee p_k(y_j, c_j) \vee \dots \vee p_k(y_n, c_n).$$

Решающие правила, данные в табл.10, представляются следующими логическими функциями:

- 1)  $\text{ПОГ} = P(\forall N=5) \wedge A \wedge (\text{ПОГ} \vee \Gamma)$ ;
- 2)  $\Gamma = ((P(\forall N=3) \wedge \text{ПОГ}) \vee (P(\forall N=5) \wedge \Gamma)) \wedge A$ ;
- 3)  $\text{УГ} = (P(\forall N=5) \wedge A \wedge \text{НГ}) \vee ((P(\exists N=3) \wedge B \wedge \Gamma)$ ;
- 4)  $\text{НГ} = ((P(\forall N=3) \wedge B \wedge \text{НГ})$ .

Таблица 10. Решающие правила по всем критериям

Физ. подготовка	Заключение мед. комиссии	Психологическая пригодность	Результат
Все нормативы "5" ( $\forall N=5$ )	Группа А	Годен в первую очередь или годен, <b>ПОГ <math>\vee</math> Г</b>	Годен в первую очередь <b>ПОГ</b>
Все нормативы "3" ( $\forall N=3$ )	Группа Б	Не рекомендуется <b>НГ</b>	Не рекомендуется <b>НГ</b>
Все нормативы "5" ( $\forall N=5$ )	Группа А	Не рекомендуется <b>НГ</b>	Условно годен <b>УГ</b>
Все нормативы "3" ( $\forall N=3$ )	Группа А	Годен в первую очередь <b>ПОГ</b>	Годен <b>Г</b>
Все нормативы "5" ( $\forall N=5$ )	Группа А	Условно годен <b>УГ</b>	Годен <b>Г</b>
Есть нормативы "3" ( $\exists N=3$ )	Группа Б	Годен <b>Г</b>	Условно годен <b>УГ</b>

**Информационная технология диагностики уровня компетентности студентов на основе нечеткой классификации.**

Разработанная нами информационная технология диагностики уровня компетентности студентов на основе нечеткой классификации включает в себя 2 этапа (табл.11): построение классификационной модели и процедуру классификации.

Таблица 11 . Этапы диагностики уровня компетентности студентов на основе нечеткой классификации

Алгоритм построения классификационной модели	Процедура классификации
<p>1. Определение перечня признаков <math>y=(y_1, \dots, y_j, \dots, y_n)</math>, характеризующих объект.</p> <p>2. Определение диапазона значений каждого признака</p> <p>3. Задание значимости <math>w_j</math> каждого признака в общей оценке объекта.</p> <p>4. Определение перечня значений лингвистической переменной, применяемых для оценки качества и в дальнейшем обозначаемые как классы <math>K=(K_1, \dots, K_s, \dots, K_m)</math></p> <p>5. Задание функции принадлежности каждому классу.</p>	<p>1. Предъявляется набор значений признаков <math>y(x)=(y_1(x), \dots, y_j(x), \dots, y_n(x))</math></p> <p>2. Значение <math>y_j(x)</math> подставляется в функции принадлежности каждому классу, сформированному для <math>j</math>-го признака, <math>j=1, \dots, n</math>. В результате получается <math>s</math> векторов принадлежности объекта всем классам</p> <p>3. Рассчитывается мера принадлежности <math>P(K_s)</math> классифицируемого объекта <math>s</math>-му классу</p> $P(K_s) = \sum_{j=1}^n w_j \mu_{s,j}(x)$ <p>4. Определяется класс, которому объект <math>x</math> принадлежит в наибольшей степени:</p> $K^* = \arg \{ \max \{ P(K_1), \dots, P(K_s), \dots, P(K_m) \} \}$

Для диагностики уровня компетентности студентов в зависимости от решаемой задачи значение  $m$  задавалось от 3 до 5. Например, при  $m=3$ , диагностировали низкий, средний и высокий уровень компетентности. Выбирается форма функции принадлежности, характеризующая нечеткую

неопределенность границ между соседними классами. Диапазон значений каждого признака делится на  $m$  частей – по числу классов.

Для выполнения классификации выполняются следующие действия, характеризующих классифицируемый объект  $x$ .

Значение  $y_j(x)$  подставляется в функции принадлежности каждому классу, сформированному для  $j$ -го признака,  $j = 1, \dots, n$ . В результате получается  $s$  векторов принадлежности объекта всем классам.

На основании вектора принадлежности объекта всем классам рассчитывается мера принадлежности  $P(K_s)$  классифицируемого объекта  $s$ -му классу,  $s_1, \dots, s_m$ , которая отражает как принадлежность  $\mu_{s,j}(x)$  объекта  $x$   $s$ -му классу по  $j$ -му признаку ( $j=1, \dots, n$ ), так и вклад каждого признака в эту оценку:

$$P(K_s) = \sum_{j=1}^n w_j \mu_{s,j}(x)$$

После расчета функции принадлежности  $P(K_s)$  классифицируемого объекта  $x$  каждому классу,  $s=1, \dots, m$ , определяется класс, которому объект  $x$  принадлежит в наибольшей степени:

$$K^* = \arg \left( \max \{P(K_1), \dots, P(K_s), \dots, P(K_m)\} \right)$$

Если задан порог классификации  $U$ , то в случае  $P(K_s) < U$  значение функции принадлежности  $P(K_s)$  признается недостаточным для отнесения к классу  $K^*$ .

Функция принадлежности  $\mu_{s,j}(x)$   $s$ -му классу по  $j$ -му признаку имеет трапецеидальный вид.

Пересчет значения  $y_j(x)$  в диапазон  $[\mu_n, \mu_k]$  оси ординат осуществляется с помощью коэффициента

$$\mu_{s,j}(x) = \frac{y_j(x) - y_{j,n}}{y_{j,k} - y_{j,n}} \cdot (\mu_k - \mu_n) + \mu_n$$

### ***Выявление и диагностика типологий компетентности.***

Следует отметить, что для ряда задач, связанных с оценкой компетентности, недостаточно диагностировать уровень сформированности компетенций /компетентностей. Этот момент наиболее полно отражен в работах Дж. Равена, который, в частности, предложил, составлять и заполнять «карты» областей компетентности, включающей их мотивационную базу, когнитивные, аффективные и волевые компоненты. Однако, на сегодняшний день не разработан хотя бы первоначальный вариант такой более или менее полной таблицы, т.е. практическая реализация данного подхода не представляется возможным.

В диссертационной работе задача дифференциальной диагностики компетентности решается следующим образом. На основе кластерного анализа выявлены типологии компетентности студентов технического университета (две из которых представлены в табл. 12 - 13) и получены решающие правила для диагностики этих типологий.

Таблица 12. Типология предпрофессиональной картины мира студентов технического университета

Тип личностного профессионального становления	Доля в общей выборке	Характерные особенности	Основные ценности	Группы, для которых характерен данный тип
Ригидные гедонисты	37 %	Демонстрация негибкого поведения Прожекторство Гедонизм Стремление достижения личного успеха и превосходства	Социальная власть, наслаждения, богатство, влияние	Магистранты и студенты отделения элитного технического образования
Тревожные	13 %	Неудовлетворенность своей жизнью в настоящем Неопределенная жизненная ориентация, опасения перед реальностью Низкая мотивация достижений	Безопасность, социальный порядок, поддержание традиций	Студентки технических специальностей
Конструктивные оптимисты	50 %	Высокая степень ответственности Поиск конструктивного синтеза между развитием собственной индивидуальности и соответствием запросов общества	Творчество, широта взглядов, успех, компетентность	Бизнес-инкубатор

Таблица 13. Типология социально-психологической компетентности

Тип личностного профессионального становления	Доля в общей выборке студентов 1 курса	Характерные особенности	Группы, для которых характерен данный тип
Иррациональные интеллектуалы	13 %	<i>Высокий уровень интеллекта Низкий самоконтроль Низкая дисциплина</i>	Студенты технических специальностей
Интеллектуальная элита	17 %	<i>с высоким уровнем интеллекта, высоким самоконтролем и силой воли, дисциплинированные,</i>	Студенты АВТФ, АЭЭФ, ИЭФ
Реалисты	50 %	Достаточно консервативны, уважают имеющиеся традиции и авторитеты, обладают хорошими умственными способностями, развитым логическим мышлением	Студенты технических специальностей
Исполнители	12 %	<i>Средний и низкий уровень интеллекта, высокий самоконтроль дисциплинированность</i>	Студенты всех специальностей
Группа риска	8 %	<i>Средний и низкий уровень интеллекта, эмоциональной неустойчивостью и недисциплинированностью</i>	Студенты всех специальностей

Полученные типологии позволяют оценить специфические особенности образовательного процесса с точки зрения задач формирования компетенций в условиях различных образовательных структур вуза.

**Шестая глава** посвящена вопросам структуры, функциональных возможностей и перспективам использования разработанных под руководством автора компьютерных систем, предназначенных для решения различных задач оценки компетентности студентов.

Наибольший интерес представляет программный комплекс, функциональная схема которого представлена на рис.11. Разработанное программное обеспечение может быть адаптировано для внедрения в любом вузе.

Программный комплекс имеет дружественный пользователю интерфейс, гибкую систему настроек, сопровождается пакетом справочной информации и представляет собой набор стандартных Windows-приложений, отвечающих всем современным требованиям программного продукта для операционных систем Windows. Все базовые функции системы разделены на два функциональных блока: 1) блок компьютерного тестирования; 2) универсальный блок анализа результатов экспертного оценивания. В блоке компьютерного тестирования предусмотрено два варианта проведения тестирования: в бланковой форме, с последующим вводом результатов в базу данных и в интерактивном режиме. Для формирования исходных данных в блоке экспертного оценивания также предусмотрено два варианта: 1) посредством анкетирования экспертов и занесения полученных данных оператором в базу данных; 2) получение данных от экспертов с помощью специального Internet-приложения. Приводится подробное описание каждого модуля и анализ работы программного обеспечения.

В шестой главе представлены также специализированные компьютерные системы предназначенные для оценки различных составляющих компетентности: информационная система мониторинга уровня профессиональной готовности и социальной адаптации студентов; компьютерная система оценки профессиональной пригодности выпускников технического университета; система поддержки принятия решения для абитуриентов технического университета; компьютерная система для оценки творческих способностей.

Перечисленные системы могут использоваться как в составе программного комплекса, так и автономно.

Специализированная система для оценки компетентности различных категорий технологического персонала разделительных производств (инженеров-исследователей, инженеров-технологов, аппаратчиков и т.д.), разработана совместно со специалистами разделительных производств и сотрудниками физико-технического факультета ТПУ.

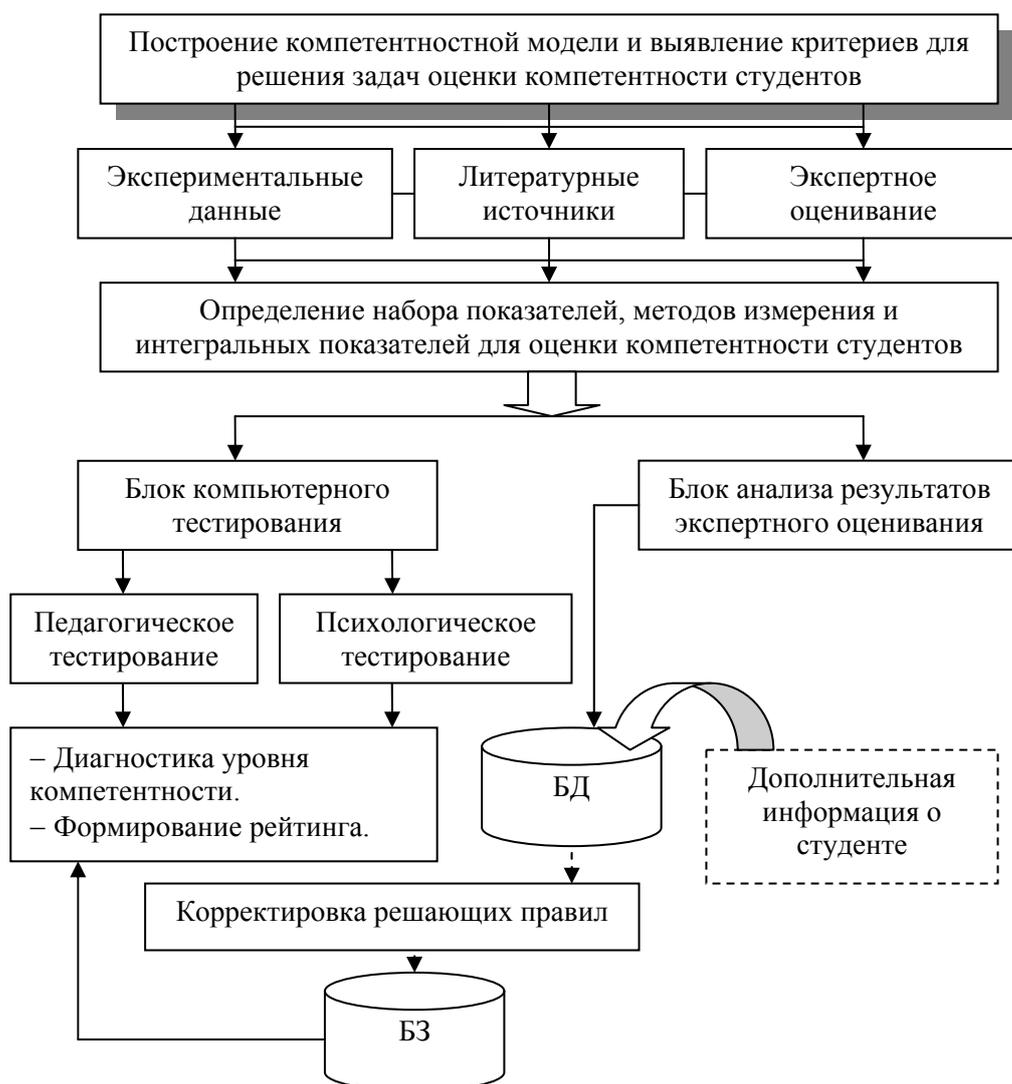


Рис. 11. Схема программного комплекса оценки компетентности студентов

При разработке системы были учтены все особенности характеризующие работу в сложных технических и технологических комплексах. Сформирован набор качеств, которыми должны обладать различные категории персонала разделительного производства, и разработана гибкая система оценки профессиональной компетентности.

### **Основные результаты работы**

В диссертационной работе по результатам выполненных теоретических и экспериментальных исследований создана информационная технология оценки компетентности студентов. Предложенная технология объединяет подходы, разработанные в рамках различных научных направлений, и вносит значительный вклад в решение данной проблемы.

Перечислим основные результаты, в которых отражена научная новизна и практическая ценность диссертационной работы.

1. Определена актуальность проблемы формирования компетенций специалиста как основной цели инженерного образования. Выделено 2 основных класса компетенций: ключевые и специальные. Дано определение ключевых компетенций и сформулированы их отличия от специальных компетентностей. Обоснована необходимость использования системного подхода и акмеологической концепции развития профессионала для решения задач исследования и оценки компетентности студентов высших учебных заведений.

2. Проанализированы существующие модели компетентности специалиста с высшим образованием. Построена модель состава компетентности студентов, интегрирующая как отечественный, так и зарубежный опыт моделирования компетентности. Выделены основные компоненты компетентности студентов инженерно-технического профиля, сформирован набор показателей для каждого из компонентов. Установлено, что в настоящее время нет единого подхода к решению задачи оценки и диагностики компетентности, в связи с чем, актуальной является задача разработки методов и информационных технологий для решения данных задач. Сформулированы основные прикладные задачи, связанные с оценкой компетентности: разработка системы показателей для измерения (количественной оценки) компонентов и элементов компетентности; формирование норм (и эталонов) для вычисления уровня обладания различного вида компетенциями/компетентностями; разработка интегральных показателей для оценки основных четырех подсистем компетентности и уровня компетентности специалиста с высшим техническим образованием; разработка процедур принятия решения для задач, связанных с конкурсным отбором.

Определены основные проблемы, методы и подходы для решения таких задач: тестовые технологии, методы экспертного оценивания, методы мягких вычислений, методы многомерного анализа данных.

3. Выделены основные компоненты компетентности студентов инженерно-технического профиля, сформирован набор показателей для каждого из компонентов. Выявлены особенности измерения компонентов компетентности и определены методики для их измерения при использовании сформированного набора показателей. Сделан вывод о необходимости разработки методов оценки компетентности с учетом разнотипности и нечеткости показателей, входящих в состав модели компетентности. Показано, что возможными путями решения данной проблемы является применение методов нечетких множеств и унификации данных (т.е. с учетом особенностей обработки данных в различных измерительных шкалах).

4. Дан анализ применения тестовых технологий при решении задач развития профессионализма и оценки компетентности. Выявлены особенности педагогического тестирования, с учетом которых разработаны алгоритмы и программы оценки качества тестовых заданий (для педагогических тестов). Основным достоинством программного обеспечения является возможность

расчета функции успеха по моделям Раша и Бирнбаума, что позволяет проводить параметризацию педагогического теста и оценивать его эффективность. Разработан алгоритм оценки параллельности тестовых заданий, основным достоинством которого является использование для вывода о параллельности трех различных критериев, что повышает надежность получаемых результатов.

5. Выявлены особенности представления результатов психологического тестирования в зависимости от вида теста (формализованные и неформализованные методики). Показана роль проективных методик в оценке подсистем и компонентов компетентности и необходимость разработки алгоритмического и программного обеспечения для обработки результатов различного вида психологических тестов. Составлена и программно реализована обобщенная схема психодиагностического тестирования для измерения компонентов различных видов компетентности. Исследованы возможности оценки и анализа компонентов компетентности по результатам психологического тестирования на примере экспериментального исследования на базе Томского политехнического университета. Полученные результаты позволили выделить важные особенности в структуре компетентности студентов технического университета.

6. Проанализированы существующие методы обработки и анализа результатов экспертного оценивания. Предложен универсальный алгоритм для определения обобщенного мнения экспертов с учетом типа измерительной шкалы. Продемонстрирована эффективность предложенного алгоритма на примере решения задач, связанных с оценкой компетентности студентов. Разработана технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности на основе методов многомерного анализа данных (кластерный и факторный анализ).

7. Предложены обобщенные интегральные показатели и критерии для оценки и исследования подсистем и компонентов компетентности на основе методов нечеткой логики и виде факторных, регрессионных и продукционных моделей. Эффективность введенных интегральных показателей и критериев продемонстрирована на примере решения прикладных задач оценки компетентности студентов Томского политехнического университета.

8. Разработана информационная технология, позволяющая выявлять устойчивые закономерности в структуре компетентности (т.е. построения модели структуры компетентности), включающая в себя 4 этапа: построение логических моделей методом локальной геометрии; построение логических моделей методом ограниченного перебора; построение модели структуры в виде деревьев решений в виде логических правил (в том числе деревьев решений); выявление устойчивых логических закономерностей в структуре компетентности на основе результатов трех предыдущих этапов.

9. Построена модель структуры интеллектуальной компетентности студентов технического университета. Показана актуальность данной задачи, дано ее определение, определены набор элементов, входящих в состав интеллектуальной компетентности и методы их измерения (психологические

тесты структуры интеллекта и когнитивных стилей). На основе анализа разработанной модели структуры интеллектуальной компетентности были получены важные результаты, имеющие теоретическое значение для такой области как психология интеллекта: показана специфика когнитивного и стилевого (метакогнитивного) ресурса студентов и выпускников технического университета, имеющих реальные достижения в профессионально ориентированных видах научно-технической деятельности; доказано наличие определенного симптомокомплекса нелинейно связанных интеллектуальных свойств. На основе полученных результатов сформированы диагностические критерии для решения задач конкурсного отбора кандидатов: в аспирантуру и магистратуру; для обучения на II ступени (инженерная подготовка); в группу резерва кадров; в группы «элитного» обучения; для обучения студентов на военной кафедре.

10. Показаны возможности и особенности решения классификационных задач в рамках системных исследований компетентности. Разработан алгоритм преобразования пространства исходных признаков для построения классификационных моделей в случае использования разнотипных данных. Разработана схема формирования решающих правил на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания, которая позволяет повысить качество распознавания по сравнению с общепринятой схемой решения подобных задач. При этом особый интерес представляет этап выделения информативных диапазонов количественных переменных, реализованный с помощью оригинального алгоритма адаптивного кодирования.

11. Выявлены наиболее информативные показатели для формирования интеллектуальной, коммуникативной и социальной компетентности студентов технического университета и получены решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данных видов компетентности. Разработаны алгоритмы и построены диагностические и прогностические модели для решения ряда практических задач: прогнозирование формирования интеллектуальной компетентности студентов; прогнозирование формирования предметно-деятельностной компетентности студентов, обучающихся на военной кафедре; диагностика социальной и интеллектуальной компетентности на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания.

12. Проведено исследование особенностей личностно-профессионального становления в структуре ценностно-смысловой и социальной компетентности. Выявлены факторы, способствующие личностно-профессиональному становлению студентов технического университета. Внедрение полученных результатов в практику высшей школы позволит более эффективно решать задачу формирования научно-технической интеллектуальной элиты, в частности, задачу формирования резерва кадров.

13. Сформулирована задача принятия решений о компетентности студента и специалиста с высшим образованием. На основе анализа литературных источников обоснована необходимость применения для решения данной задачи методов нечеткой логики и нечеткой классификации. Выявлены особенности

применения различных методы построения функций принадлежности, необходимых для реализации данного подхода. Продемонстрированы эти особенности на примере построения функций принадлежности для задач оценки компетенций/компетентностей. Показано, что в задачах оценки компетентности на основе теории нечетких множеств может быть использован как аксиоматический, так и эмпирический (основанный на результатах экспертного оценивания) подходы.

14. Разработана технология решения задач оценки компетентности на основе алгоритмов нечеткой логики (алгоритма многокритериального выбора альтернатив и алгоритма принятия решений в нечетких условиях по схеме Беллмана-Заде) и показана их эффективность при решении задач оценки компетентности специалистов.

15. Создан программный комплекс, реализующий разработанные информационные технологии оценки различных видов компетентности студентов и специалистов инженерно-технического профиля. Информационные технологии и программное обеспечение внедрены в Томском политехническом университете, Томском государственном педагогическом университете, Институте психологии РАН (г. Москва), ОАО «Научно-производственный центр «Полюс» (г. Томск).

#### **Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:**

##### **Монографии**

1. Берестнева О.Г. Качество обучения в техническом университете: Методы оценки и результаты исследований. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 192 с.
2. Иванкина Л.И., Берестнева О.Г., Пермяков О.Е. Современный технический университет: философский и психолого-социологический аспекты исследования состояния и развития университета. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 110 с.
3. Ротов А.В. Медведев М.А., Пеккер Я.С., Берестнева О.Г. Адаптационные характеристики человека. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997. – 137 с.

##### **Статьи в журналах, рекомендованных ВАК**

4. Берестнева О.Г. Моделирование интеллектуальной компетентности студентов // Известия Томского политехнического университета. – Т. 308. – № 2. – 2005. – С. 152–156.
5. Берестнева О.Г., Дубинина И.А. Уровни сформированности интеллектуальной компетентности: технология оценки, методы измерения и интерпретации // Известия Томского политехнического университета. – Т. 309. – № 6. – 2006. – С.227–231.
6. Берестнева О.Г., Иванкина Л.И., Дорохова Т.Н. Сравнительный социально-психологический анализ профессиональных качеств менеджера: отечественная и зарубежная практика // Вестник Томского государственного университета. – 2002. – №3(31). – С.98–102.
7. Берестнева О.Г., Козлова Н.В. Развитие профессиональных компетенций специалиста в условиях модернизации российского образования //

- Модернизация российского образования. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – Т. XVII. – (Труды, прил. к журн. «Философия образования»). – С. 11–16.
8. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Критерии качества обучения в высшей школе // Стандарты и качество. – 2004. – № 8. – С. 84–86.
  9. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Компьютерные технологии в оценке качества обучения // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 6. – С. 106 – 112.
  10. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Уразаев А.М. Информационная технология контроля качества образования в высшей школе // Вестник Томского педагогического университета. Серия «Естественные науки». Вып. 4 (36). – 2003. – С.101-104.
  11. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Абунаваз Х.А. Алгоритмическое и программное обеспечение информационной системы оценки компетентности студентов технического вуза // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 7. – С. 240–245.
  12. Берестнева О.Г., Шаропин К.А. Моделирование адаптационных стратегий человека-оператора // Известия Таганрогского радиотехнического университета. – 2004. – № 6(41). – С. 3–7.
  13. Власов В.А., Орлов А.А., Берестнева О.Г. Компьютерная система оценки профессиональной пригодности персонала производств по разделению изотопов // Вестник Томского государственного университета. – 2002. – № 3 (31). – С. 102–106.
  14. Власов В.А., Орлов А.А., Берестнева О.Г., Тимченко С.Н. Компьютерная психодиагностическая система для оценки профпригодности персонала разделительных производств//Известия Томского политехнического университета. – Т.306. – №4. – 2003. – С.119–124.
  15. Информационная система мониторинга здоровья студентов / О.Г. Берестнева, В.Т. Иванов, Л.И. Иванкина, К.А. Шаропин, Е.А. Муратова // Вестник Томского государственного университета. – 2002. – № 1(II). – С. 196–201.
  16. Иванкина Л.И., Берестнева О.Г. Иллюзия разделенности или о единстве технического и гуманитарного познания // Известия Томского политехнического университета. – Т. 308. – № 2. – 2005. – С. 183–187.
  17. Козлова Н.В., Берестнева О.Г. Высшая техническая школа и инженерное образование в современных условиях. Психолого-акмеологический подход //Известия Томского политехнического университета – 2006. – Т.309 – № 2. – С. 229 – 234
  18. Марухина О.В, Берестнева О.Г. Информационная технология для задач оценивания качества обучения студентов вуза на основе экспертно-статистических методов // Вестник Томского государственного университета. – 2004. – № 284. – С. 10–14.
  19. Микони С.В., Берестнева О.Г., Сорокина М.И. Реализация экспертной системы по профессиональному отбору студентов в инструментальной системе СВИРЬ // Вестник Томского государственного университета. – 2006. – № 6. – С. 61–67.

20. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Системный подход к оценке качества образования // Открытое образование. – 2002. – № 3. – С. 38–42.
21. Муратова Е.А., Берестнева О.Г. Выявление скрытых закономерностей в социально-психологических исследованиях // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 3. – С. 97–102.
22. Муратова Е.А., Берестнева О.Г., Янковская А.Е. Анализ структуры многомерных данных методом локальной геометрии // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 3. – С. 19–23.
23. Холодная М.А., Кострикина И.С., Берестнева О.Г. Проблемы продуктивной реализации интеллектуального потенциала личности // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2002. – Вып. 3 (31). – С. 45–50.
24. Холодная М.А., Берестнева О.Г., Кострикина И.С. Когнитивные и метакогнитивные аспекты интеллектуальной компетентности в области научно-технической деятельности // Психологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 54–59.
25. Холодная М.А., Берестнева О.Г., Муратова Е.А. Онтологические основания совладающего поведения // Известия Томского политехнического университета, 2006. – Т. 309. – № 3. – С. 210–215.
26. Шаропин К.А., Берестнева О.Г., Иванов В.Т. Информационная система оценки профессиональной психофизической готовности студентов технического университета // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 309. – № 3. – С. 175–179.
27. Козлова Н.В., Берестнева О.Г. Профессиональные компетенции: экспертно-статистический анализ // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – № 295. – С. 166–173.

#### **Статьи в сборниках трудов и периодических изданиях**

28. Берестнева О.Г., Кострикина И.С., Муратова Е.А. Применение современных информационных технологий в задачах психологии интеллекта // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы (IEEE AIS'03)» и «Интеллектуальные САПР» (CAD-2003). Т. 2. – М.: Физматлит, 2003. – С. 236–240.
29. Берестнева О.Г., Мин Н.В., Попова Е.Е., Шаропин К.А. Информационная система для оценки профпригодности абитуриентов и студентов технического университета // Информационные и математические технологии в научных исследованиях: Труды XI Международной конференции «Информационные и математические технологии в научных исследованиях». – Ч. II. – Иркутск: Ин-т систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, 2006. – С. 244–249.
30. Берестнева О.Г., Муратова Е.А., Кострикина И.С. Компьютерное моделирование специфики развития познавательных способностей // Труды Международной научно-технической конференции «Компьютерное моделирование 2003». – СПб.: Нестор, 2003. – С. 396–398.
31. Берестнева О.Г., Муратова Е.А., Янковская А.Е. Эффективный алгоритм адаптивного кодирования разнотипной информации // Искусственный интеллект в XXI веке. Труды Международного конгресса. Т. 1. – М.:

- Физматлит, 2001. – С. 155–166.
32. Берестнева О.Г., Козлова Н.В. Изучение личности студентов как фактор реализации современных инновационных подходов в высшем профессиональном образовании // Сибирский психологический журнал. – 2004. – № 20. – С. 114–119.
33. Марухина О.В., Берестнева О.Г. Система поддержки принятия решений по формированию резерва кадров // Качество образования: менеджмент, достижения, проблемы: Матер. VI Междунар. научно-методич. конф. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – С. 575–578.
34. Янковская А.Е., Берестнева О.Г. Муратова Е.А. Адаптивное преобразование признаков в задачах распознавания образов // Математические методы распознавания образов (ММРО-9). Доклады 9-й Всероссийской конференции. – Москва, 1999. – С. 133–135.
35. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шаропин К.А. Экспертная система оценки компетентности выпускников технического университета. // Искусственный интеллект. – Донецк, 2004, – № 4. – С. 264–267.
36. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Прогнозирование успешности обучения студентов на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания // «Компьютерное моделирование 2003» Труды 4 Международной научно-технической конференции. – СПб.: Нестор, 2003. – С. 449– 451.

Подписано к печати \_\_\_\_ . \_\_\_\_ .2007. Формат 60×84/16.

Печать RISO. Усл. печ. л. \_\_\_\_ . Уч.-изд.л.

Заказ \_\_\_\_ . Тираж 100 экз.

