

0 724924-1

На правах рукописи

СИНЯГИН АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА
ПСИХОЛОГО-АКМЕОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК**

Специальность 05.13.18 – математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Ульяновск – 2001



Работа выполнена в Ульяновском государственном университете

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор

К.В. Кумунжиев

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

КФУ



0000977483

К.К. Васильев

кандидат технических наук, доцент

Л.В. Кузнецова

Ведущая организация – Российская академия государственной службы при Президенте Российской Федерации

Защита состоится "28" 12 2001 г. в 9⁰⁰ час. на заседании диссертационного Совета К 212.278.02 по защите кандидатских диссертаций в Ульяновском Государственном Университете (432700, г. Ульяновск, ул. Набережная реки Свияги, 40 к.703)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УлГУ.

Автореферат разослан "28" 11 2001г.

Отзывы на реферат просьба присылать по адресу: 432700, г. Ульяновск, ул. Л.Голстого, 42, УлГУ, научная часть.

Ученый секретарь

диссертационного совета, к.ф.-м.н., доцент


А.Б.Веревкин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы исследования. В настоящее время компьютерные программы активно используются в сфере науки и образования. Это характерно и для психологии и акмеологии, где существует множество компьютерных психодиагностических методик, которые существенно облегчают психологу-практику как сам процесс проведения тестирования, так и подсчет оценочных факторов того или иного теста, интерпретацию его результатов.

При всей широте проведения компьютеризации психолого-акмеологических задач существует ряд проблем, до сих пор нерешенных в современной прикладной математике.

Особенно актуальной проблема разработки компьютерных моделей и компьютерной поддержки диагностических методик выступает для акмеологии, достаточно новой комплексной науки о наивысших достижениях в профессиональном и личностном развитии человека, об этапах движения личности к акме (вершине профессионализма) и условиях его достижения. Здесь исследуемая нами проблема приобретает особое звучание, поскольку требует комплексного анализа данных не только о психологических, но и личностно-профессиональных особенностях субъекта.

Наиболее ярко проблема разработки компьютерных моделей проявляется в рамках психолого-акмеологической проблематики в оценке и аттестации руководителей и специалистов, где на первый план выступит задача их классификации на основе комплекса достаточно разнородных критериев и показателей, что приводит к необходимости моделирования (от лат. *modulus* – мера, образец) как процесса изучения личности и деятельности руководителя, так и процесса аттестации. Свообразие моделей, разрабатываемых для психологии и акмеологии, обусловлено спецификой целей, задач и способов решения выделенных проблем.

Вышесказанное определило выбор темы диссертационного исследования.

Состояние разработанности проблемы исследования. Использованию математических методов в психологии и автоматизации труда психолога посвящено немало исследований (С.А.Анисимов, А.Г.Аркадьев, Д.М.Браверман, А.С.Горбатенко, А.Д.Логвиненко, А.А.Смагин, А.И.Орлов, Д.В.Сочивко, Г.В.Суходольский, Ю.В.Фролов, В.А.Якунин и др.). При решении психодиагностических задач широко применяются ме-

тоды статистического анализа (Ю.И.Алимов, В.П.Боровиков, И.П.Боровиков, Л.Зак и др.).

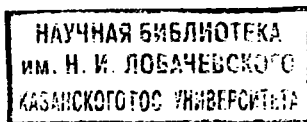
В решении психологических и акмеологических задач в последние годы стали активно использоваться не только традиционные для психологической науки методы математического анализа данных, но и современные математические методы и, в частности, теория классификации данных (Л.И.Вассерман, В.А.Дюк, Э.Диде, В.Н.Елкина, И.С.Енюков, Н.Г.Загоруйко, Б.В.Иовлев, К.В.Кумунжиев, И.Д.Мендель, Т.Л.Саати, К.Р.Червинская и др.). Существует ряд компьютерных методик, уже решающих подобные задачи (И.Ф.Двятко, В.Д.Ермак, Н.И.Кошохов, Д.Т.Кемпбелл и др.).

Вместе с тем, в исследовании группового взаимодействия, оценке организационного поведения, личностно-профессионального и управленческого потенциала - специфических акмеологических задач, эти методы практически не используются. Более того, их прямой перенос из других сфер психодиагностики для решения задач оценки характера группового взаимодействия, оценки и аттестации руководителей, построения профессионально-психологической типологии невозможен и требует либо разработки новых, либо адаптации существующих математических алгоритмов и технологий.

Цель исследования: разработка научных основ и реализации компьютерной модели и системы поддержки процедуры оценки и аттестации руководителей и специалистов посредством адаптации алгоритмов теории классификации данных, позволяющих:

- оптимизировать процесс обработки и анализа результатов, а также интерпретации данных полученных в ходе психологической и личностно-профессиональной диагностики;
- повысить объективность отнесения руководителей к определенному классу, отличающемуся специфическим стилем и эффективностью профессиональной и управленческой деятельности.

Общей гипотезой исследования является возможность использования новой математической модели в рамках теории классификации на основе модификации алгоритмов в качестве эффективного средства математической поддержки и обеспечения компьютеризированной процедуры психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей.



На основе общей сформулированы **частные гипотезы исследования:**

1. В качестве координат точек классификационных шкал в n -мерном признаковом пространстве в ходе решения задач могут быть использованы объективные и субъективные характеристики личности и деятельности руководителей.

2. Определение принадлежности руководителя к заданному классу на основе использования специально разработанной математической модели может служить средством однозначного его зачисления в конкретную группу, характеризующуюся специфическим стилем и эффективностью управленческой деятельности.

3. Эффективным средством оптимизации проведения процедуры оценки и аттестации руководителей и специалистов может выступать специально разработанный пакет прикладных компьютерных программ, реализующий предложенную математическую модель, основанную на модификации алгоритмов теории классификации данных.

В рамках цели и выдвинутых гипотез определены **задачи исследования:**

➤ Осуществить теоретический анализ современного состояния выделенной проблемы, наметить наиболее эффективные пути ее решения.

➤ Разработать модель процедуры оценки и аттестации руководителей в рамках теории классификации в виде номинальной шкалы, адекватной свойствам предметной области.

➤ Провести аналитический обзор известных алгоритмов теории классификации данных и обосновать возможность их применения в психолого-акмеологических методиках оценки и аттестации руководителей.

➤ Модифицировать алгоритмы классификации данных в рамках предложенной модели для решения диагностических задач.

➤ Исследовать качество и вычислительную сложность модифицированных алгоритмов, особенности их программной реализации.

➤ Разработать пакет программ компьютерной поддержки психолого-акмеологических методик и апробировать их в реальной практической деятельности.

В настоящем диссертационном исследовании в качестве основных, при решении поставленных задач, использовались **методы** экспертных

оценок, математического моделирования, теории множеств, вычислительные основы линейной алгебры, теории классификации данных, теории информации, а также современные численные методы. При разработке программного обеспечения применялись методы объектно-ориентированного проектирования программных систем.

Эмпирическая база и основные этапы исследования. Экспериментальное исследование проводилось в течение трех лет. Общая численность принявших в нем участие составила более 440 человек: руководители государственных и негосударственных организаций гг. Москвы, Ульяновска.

На первом этапе диссертационного исследования (1998-1999гг.) изучалась литература по выделенной проблеме, формулировались теоретико-методологические положения, цели и задачи исследования.

На втором этапе (1999-2000гг.) продолжался анализ литературы, проведен аналитический обзор известных алгоритмов теории классификации данных, что позволило построить модель психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей и обосновать возможность модификации выбранных алгоритмов применительно к исследовательской задаче.

На третьем этапе (2000-2001гг.) обобщались, анализировались и интерпретировались полученные результаты, исследовалось качество и сложность модифицированных алгоритмов, особенности их программной реализации, разрабатывались варианты конкретных программ психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей, проводилась их апробация в реальной практике.

Основные научные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна

- Установлено, что эффективная модель процесса оценки и аттестации руководителей должна строиться как шкала наименований, по которой оцениваются конкретные руководители путем рассмотрения их объективных и субъективных характеристик, зафиксированных в показателях классификационных шкал, как координат точек в n -мерном признаковом пространстве.

- Впервые предложен и реализован способ построения модели в виде номинальной шкалы, адекватной свойствам предметной области, позволяющей снизить размерность решаемой задачи психолого-акмеологической оценки.

- Проведена модификация существующих алгоритмов классификации данных применительно к психолого-акмеологической диагностике, доказана их внешняя и внутренняя валидность, определены качество и вычислительная сложность модифицированных алгоритмов, описаны особенности их программной реализации.

- Впервые показано, что использование в математической модели системы признаков: (объективные и субъективные характеристики), зафиксированных в показателях классификационных шкал, может выступать средством однозначного определения принадлежности руководителя к заданному классу.

- Разработана компьютерная система оценки и аттестации руководителей и специалистов, реализующая математическую модель, основанную на теории классификации данных.

Практическая значимость исследования

Разработанный на базе полученных автором теоретических результатов пакет программ компьютерной поддержки психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей (система «Аттестация») может быть использован и используется в практике аттестации кадров и их расстановке, что подтверждается актами о внедрении. Использование данного программного пакета в реальной практике доказало его эффективность.

Предложенные модели представления данных могут быть использованы при решении важных прикладных психолого-акмеологических задач (подбор и расстановка кадров, аттестация, определение перспектив развития личности, оценка и прогноз эффективности командного взаимодействия и др.).

Надежность и достоверность результатов исследования обеспечивались исходными общеметодологическими позициями, применением апробированного инструментария, репрезентативностью выборки исследований, разнообразием исследовательских процедур и приемов, их взаимодополняемостью, многочисленной проверкой данных, а также экспертной оценкой ведущих специалистов, практической апробацией полученных материалов.

Апробация и внедрение результатов исследования. Теоретические и экспериментальные результаты работы докладывались и обсуждались на:

- методологических семинарах кафедры информационных систем Ульяновского государственного университета (Ульяновск, 1998-2001 гг.);

- семинарах кафедры акмеологии и психологии профессиональной деятельности Российской академии государственной службы при Президенте Российской Федерации (Москва, 1998-2001 гг.);
- международной конференции по проблемам образования Confraute'97 (США, Сторс, 1997);
- международном интердисциплинарном симпозиуме «О человеческом в человеке» (Ополе, Польша, 2000);
- ежегодных межрегиональных научно-методологических семинарах (Казань, 1999; Пенза, 2000);
- научно-практических конференциях (Москва, 1999, 2000; Ульяновск, 1998-2001).

Результаты проведенной работы внедрены в систему мониторинга личностно-профессионального развития государственных служащих РАГС при Президенте Российской Федерации, нашли свою реализацию в Министерстве труда и социального развития Российской Федерации, Министерстве образования Российской Федерации, а также в ряде других учреждений гг. Москвы и Ульяновска.

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ.

Основные положения, выносимые на защиту

- ✓ Эффективная модель процесса оценки и аттестации должна строиться как шкала наименований, где в качестве координат точек классификационных шкал в n -мерном признаковом пространстве используются объективные и субъективные характеристики личности и деятельности руководителей.
- ✓ Предложенная модель может служить средством однозначного зачисления руководителя в конкретную группу, на основе реализации специфического способа ее построения в виде номинальной шкалы адекватной предметной области, позволяющего снизить размерность решаемой задачи.

На защиту также выносятся:

- ✓ обоснование внешней и внутренней валидности предложенной модели и алгоритмов классификации данных;
- ✓ компьютерная система поддержки психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей, прошедшая апробацию в реальной практической деятельности.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 390 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, и приложения. Общий объем диссертации составляет 184 страницы.

2.ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертационного исследования проводится анализ решаемой задачи, состояние ее разработанности в современной науке, описываются новые информационные технологии в автоматизации психодиагностики, намечаются задачи моделирования и компьютерной поддержки психолого-акмеологических оценок, формулируются логика и теоретическая модель исследования.

Установлено, что результатом обработки данных психологического исследования является, как правило, набор числовых шкальных оценок, которые графически выражаются в виде "профиля". После этого осуществляется переход к психологическому заключению с переводом числовых результатов на психологический язык. Такой переход на завершающем этапе тестирования представляет собой не моделируемый в психологических тестах остаток клинико-психологического метода исследования. Это обусловлено прежде всего тем, что форма психологических тестов во многом по контрасту с компьютерами определена ограниченными возможностями человека как "моделирующего устройства". Ограничения в человеческой психике выступали и выступают как ограничения тестового метода в психологии, понимаемого как моделирование деятельности одного специалиста другим (Б.Г. Ананьев).

Проведенный анализ показал, что компьютерное моделирование в настоящее время используется в целом спектре гуманитарных наук: психология, акмеология, педагогика, социология, медицина, юриспруденция, экономика и др. Вместе с тем, современная математическая практика в основном опирается лишь на одномерные, монофакторные модели.

Наиболее широкое распространение использование математических моделей и компьютерных алгоритмов получило в психологической диагностике и, в частности, в теории тестов, где используются различные модели и алгоритмы, в том числе и теория классификации данных (Схема 1).

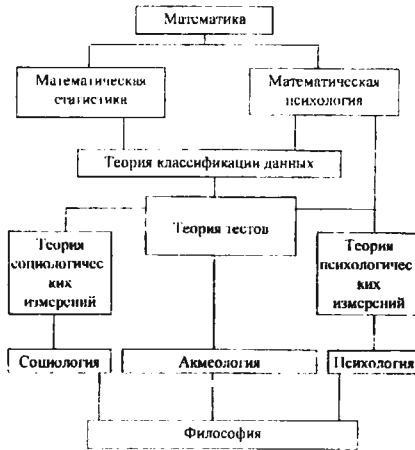


Схема 1. Связь теории тестов с другими науками

Вместе с тем, использование подобных моделей и алгоритмов носит ситуативный характер и не нашло применения при решении ряда прикладных задач. В первую очередь, как показал проведенный анализ, это касается проблем оценки и аттестации руководителей и их личностно-профессиональной диагностики, которые носят ярко выраженный комплексный и междисциплинарный характер и требуют изучения и интерпретации значительного числа разнородных по своей природе признаков (К.А.Абульханова-Славская, О.С.Анисимов, А.А.Бодалев, А.А.Деркач, В.Г.Зазыкин, Н.В.Кузьмина, А.К.Маркова, И.Н.Сменов, Е.А.Яблокова и др.) Решение подобного рода задач характерно для акмеологии, которая, с одной стороны, ставит задачи, по своему содержанию в наибольшей степени требующие использования современных математических моделей. С другой стороны, именно комплексность и интегративность психолого-акмеологической науки, ее нацеленность на решение практических задач создает условия наиболее приемлемые для разработки и использования алгоритмов теории классификации.

В отличие от классической психологической диагностики в этих задачах необходимым условием выступает сравнение человека не со среднестатистическими нормами, позволяющими оценить его принадлежность к определенной группе по психологическому типу, а выделение классов

объектов, построенных на основании типологии, в основу которой положены индивидуально-психологические и личностно-профессиональные характеристики субъектов профессиональной деятельности, с одной стороны, и спектр конкретных требований к реальным должностям и их функциям, с другой. В комплекс задач оценки и аттестации кадров входят и задачи сравнения личности с самой собой, со своими возможностями в плане дальнейшего личностного и профессионального роста, что предполагает специфический, по сравнению с чисто психодиагностическим, подход к диагностике.

Основными объектами психолого-акмеологического исследования, имеющими основополагающее значение для решения выделенной проблемы являются:

- *собственно аттестуемый*, его сущностные характеристики и их динамика в аспекте наиболее важных оснований личности;
- *социум*, социально-экономическая среда, социальная ситуация развития, сфера культурной и духовной жизни общества.

Математическая поддержка и обеспечение компьютеризированной процедуры психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей может быть реализована двумя путями:

1. Путем рассмотрения объективных и субъективных характеристик аттестуемых руководителей в форме матрицы “объект-свойство”, где эти точки являются непосредственным геометрическим изображением многомерных наблюдений X_1, X_2, \dots, X_n в p -мерном пространстве с координатными осями $0x^{(1)}, 0x^{(2)}, \dots, 0x^{(p)}$.

2. Путем представления объективных и субъективных характеристик руководителя в виде матрицы “объект-объект”, выражающей взаимосвязь объектов, в случаях когда координаты непосредственно неизвестны, но задана структура попарных расстояний между объектами.

В этом случае задача классификации сводится к разбиению исследуемой совокупности на небольшое число таксонов таким образом, чтобы объекты, принадлежащие одному классу, находились бы на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга.

Определение принадлежности данной точки к некоторому классу, позволит нам на основе описания этого класса определить личностно-профессиональные качества и свойства руководителя – прообраза этой точки.

Описанное выше приводит к необходимости решения двух основных видов задач:

- обычная задача разбиения статистически обследованного диапазона изменения значений анализируемых признаков на интервалы группирования, в результате решения которой исследуемая совокупность разбивается на некоторое число групп так, что объекты одной группы находятся друг от друга на сравнительно небольшом расстоянии;
- задача нахождения естественного расслоения исходных наблюдений на четко выраженные кластеры, лежащие друг от друга на некотором расстоянии, но не разбивающиеся на столь же удаленные части.

Теоретический анализ позволил обосновать возможность построения модели психолого-акмеологической оценки и аттестации руководителей различных уровней управления в государственном и негосударственном секторе на базе использования теории классификации данных, адаптировать алгоритмы данной теории к решению психолого-акмеологических диагностических задач, разработать и апробировать модифицированные алгоритмы.

Во второй главе диссертации анализируется проблема использования методов теории классификации данных в решении задач психодиагностики, строится концептуальная модель процедуры оценки и аттестации руководителей, проводится общая постановка задачи классификации, описываются существующие алгоритмы классификации.

Показано, что в поставленной задаче, в качестве объектов разбиения $B = \{B_1, \dots, B_n\}$ необходимо подразумевать руководителей, проходящих аттестацию, в качестве $S = \{S_1, \dots, S_k\}$ - типы руководителей, а в качестве обучающей информации $X_i = (x_i^{(1)} \ x_i^{(2)} \ \dots \ x_i^{(p)})'$ использовать наиболее информативные объективные и субъективные характеристики аттестуемого.

На первом этапе исследования в качестве объективных признаков нами использовалась система биографических показателей, включающая 76 признаков - реальные показатели успешности управленческой деятельности, а в качестве субъективных - результаты самооценки руководителя и шкальные показатели ряда личностно-профессиональных и психологических тестов (личностно-профессиональный опросник РАГС, тест Кеттелла, опросник Леонгарда-Шмишека и др.). Всего анализу подвергалось 203 признака. Выбор признаков определялся как логикой задач аттестацион-

ной оценочной процедуры, так и содержательными требованиями акмеологического подхода к изучению и оценке личности профессионала. В случаях подобных нашему, при достаточно большом размере признакового пространства особую значимость приобретают методы последовательного сокращения и добавления признаков и метод случайного поиска с адаптацией (В.Н. Елкина, Н.Г. Загоруйко), подробно рассмотренные в диссертационном исследовании.

Известно, что в случае возможности измерения близости (зависимости) между признаками, используется направленный таксономический поиск (НТП). При этом проводится таксономия множества g признаков на n таксонов. И если при таксономии объектов в один таксон объединяются наиболее близкие, похожие друг на друга объекты, то в данном случае в таксоны будут объединяться признаки, одинаково или похожим образом проявляющие себя на объектах обучающей выборки.

Так как в один таксон группируются признаки по принципу максимального сходства (зависимости), то между таксонами обеспечивается максимальное несходство (независимость). Выбрав затем по одному "типичному" признаку из каждого таксона, получают n -мерную подсистему, которая включает в свой состав признаки, отличающиеся максимальной независимостью друг от друга. Такая подсистема наилучшим образом соответствует решающему правилу, ориентированному на использование независимых признаков. В реальных задачах нередко встречаются случаи, когда в исходной системе имеются группы признаков, связанные между собой сильной зависимостью, но не несущие информации, полезной для распознавания заданных образов. Такие признаки при использовании этого метода не редко объединяются в таксоны, их представители попадают в n -мерную подсистему, разрушают компактность образов и служат помехой при принятии решений.

Чтобы избежать подобной ситуации в алгоритме НТП предусмотрен следующий прием. Таксономия g признаков делается на n' таксонов ($g > n' > n$). Из каждого таксона выбирается по одному признаку и делается перебор всех сочетаний из n' по n признаков. Эти сочетания сравниваются между собой по критерию информативности, в результате чего удается выбрать наиболее информативную n -мерную подсистему признаков (В.Н. Елкина, Н.Г. Загоруйко, В.С. Темиркаев).

После определения конкретной системы обучающей информации, возможен переход от общей модели к отдельно взятому алгоритму, который осуществляется за счет конкретизации компонент и выбора интерпретирующего функционала. Так, например, алгоритмы семейства ФОРЕЛЬ используют критерий F , основанный на гипотезе компактности: в один таксон должны собираться объекты, "похожие" по своим свойствам на некоторый "центральный" объект. Мера похожести определяется через Евклидово расстояние в пространстве характеристик.

Если координаты центра j -того таксона обозначить символом C_j , то сумма расстояний (C_j, X_i) между центром и всеми j точками X_j этого таксона будет равна $\rho_j = \sum_{i=1..j} p(C_j, X_i)$, где $i=1..j$, а сумма таких внутренних расстояний для всех k таксонов равна $F = \sum_{j=1..k} \rho_j$. Нужно найти такое разбиение m объектов на k таксонов, чтобы величина F была минимальной.

Для поиска такого разбиения обычно используются алгоритмы семейства ФОРЕЛЬ. Таксоны, получаемые этим алгоритмом, имеют сферическую форму. Вначале признаки объектов нормируются так, чтобы их значения находились в диапазоне от 0 до 1. Затем строится гиперсфера минимального радиуса R_0 , которая охватывает все m точек. Если был бы нужен один таксон, то он был бы представлен именно этой начальной сферой. Для получения большего числа таксонов радиус сфер постепенно уменьшается. Берется радиус $0.9 \cdot R_0$ и центр сферы помещается в любую из имеющихся точек. Определяются точки, расстояние до которых меньше радиуса, и вычисляются координаты центра тяжести этих "внутренних" точек. Центр сферы переносится в этот «центр тяжести» и вновь определяются внутренние точки. Такая процедура определения внутренних точек и переноса центра сферы продолжается до тех пор, пока сфера не остановится, т.е. пока на очередном шаге не фиксируется, что состав внутренних точек, а, следовательно, и их «центр тяжести», не меняются. Это значит, что сфера остановилась в области локального максимума плотности точек в признаковом пространстве.

Точки, оказавшиеся внутри остановившейся сферы, объявляются принадлежащими таксону номер 1 и исключаются их из дальнейшего рассмотрения. Для оставшихся точек описанная выше процедура повторяется до тех пор, пока все точки не окажутся включенными в таксоны.

Если количество получившихся таксонов оказалось меньшим, чем хотелось бы, повторяется процесс таксономии при радиусе сферы, мень-

шем предыдущего на 10 % . Доказана сходимость алгоритма за конечное число шагов (А.И. Орлов).

Алгоритм ФОРЕЛЬ-2, является модификацией описанного выше базового алгоритма и предназначен для получения таксономии с точно заданным числом таксонов k . Здесь радиус сферы по мере надобности увеличивается или уменьшается на величину dR , которая на каждой очередной i -ой итерации становится все меньше, например, уменьшается вдвое. Этот метод последовательных приближений позволяет быстро подойти к шагу, при котором получаемое число таксонов k_i равно заданному числу k .

Функционал качества таксономии в этом алгоритме выглядит следующим образом: $F = f(k_i) * \sum_{j=1,4} p_j$. Алгоритмы семейства ФОРЕЛЬ оперируют расстояниями между точками. Однако было замечено, что при "ручной" таксономии человек обращает внимание не на абсолютные расстояния, а на отношения расстояний между несколькими соседними точками

Алгоритм λ -КРАБ находит компактные сгустки точек, используя, как и человек, λ -расстояния. Другими словами, он базируется на гипотезе λ -компактности.

Эксперименты на двумерных случаях показали хорошее совпадение результатов таксономии, сделанных экспертами "вручную" и алгоритмом λ -КРАБ, в том числе и для ситуаций, неразрешимых с позиций гипотезы компактности.

Сейчас имеются эффективные алгоритмы построения λ -КНП. Однако, если количество исходных точек превышает несколько сотен, этап построения λ -КНП становится уже затруднительным (И.С.Енюков, Д.Б.Ленат, Л.Я.Савельев, А.И.Орлов и др.).

Анализ существующих алгоритмов классификации и методов представления данных, а также методов оценки информативности признаков дают возможность их модификации для решения проблемы оценки и аттестации руководителей в рамках разрабатываемой модели.

Третья глава исследования посвящена описанию модифицированных методов классификации данных, алгоритмов их реализации, проверки валидности предложенных методов в ходе реальной процедуры аттестации руководителей по предложенной модели.

В рамках анализа проведенного нами в первой и второй главе исследования были модифицированы существующие алгоритмы теории классификации для решения задач оценки и аттестации руководителей.

Пусть как уже говорилось $B = \{B_1, \dots, B_n\}$ - руководители, проходящие аттестацию, $S = \{S_1, \dots, S_k\}$ - группы руководителей, а $X_i = (x_i^{(1)} \quad x_i^{(2)} \quad \dots \quad x_i^{(p)})$ - наиболее информативные объективные и субъективные характеристики аттестуемого - экспертная оценка, результаты психологических и психобиографических тестов.

Множеством значений классификаций в данном случае будем считать $Z = \{1, \dots, k\}$ - список номеров классов, в этом случае $S_0 = \{s: B \rightarrow Z\}$ и совпадает с множеством разбиений выборки B на k непересекающихся классов.

Определим матрицу по парных сравнений A , где элемент a_{ij} определим как расстояние между объектами B_i и B_j : $a_{ij} = \rho(B_i, B_j)$.

Исходя из этих определений выше рассмотренный алгоритм Форель, при введении некоторых условий может быть адаптирован для решения психолого-акмеологических задач. Единственным управляющим параметром данного алгоритма является порог r - радиус шаров, которыми покрывается выборка X . Пусть $D_r(e) \subset R^p$ - шар радиуса r с центром в точке e . Подвыборка $X^1 = X \cap D_r(e)$ называется *несмещенной* в $D_r(e)$, если ее средний вектор совпадает с e . Классификация при помощи алгоритма Форель разбивается на несколько последовательных этапов. На первом в выборке X выделяется несмещенная подвыборка X^1 в некотором $D_r(e)$, которая объявляется первым классом. На втором этапе та же процедура применяется к выборке $X \setminus X^1$. Таким образом, достаточно описать алгоритм только для первого этапа.

Выберем начальное разбиение $S^0 = (S_1^0, S_2^0)$ выборки X .

Пусть построено m -е разбиение $S^m = (S_1^m, S_2^m)$. Вычислим средний вектор e^m класса S_1^m .

Построим разбиение $S^{m+1} = (S_1^{m+1}, S_2^{m+1})$, где $S_1^{m+1} = \{X \in X : d(X, e^m) \leq r\}$; $S_2^{m+1} = X \setminus S_1^{m+1}$.

Если $S^m \neq S^{m+1}$, то переходим к п.2, заменив m на $m+1$, если $S^m = S^{m+1}$, то полагаем $S^m = X^1$ и заканчиваем работу первого этапа алгоритма.

Алгоритм Пульсар представляет собой одну из модификаций алгоритма Форель. Идея модификации заключалась в изменении (*пульсировании*) радиуса шара. Для этого были введены дополнительные управляющие параметры, позволяющие оценивать конечный радиус в процессе работы алгоритма.

Параметры, определяющие процедуру классификации :

r_{\min} , r^{\max} – минимальный и максимальный радиусы ;

n_{\min} , n^{\max} – минимальное и максимальное число элементов в классе;

V_{dop} – допустимое число колебаний радиуса (Говорят, что произошло колебание радиуса, если $\Delta r_m \times \Delta r_{m+1} < 0$, где $\Delta r_m = r_{m+1} - r_m$, r_m – радиус на m -м шаге);

δ – порог, регулирующий скорость изменения радиуса.

На первом шаге алгоритма выбирается начальный центр e^0 и значения параметров.

Для радиуса $r_0 = \frac{r_{\min} + r^{\max}}{2}$ строится класс $S^0 = \{X \in X, \|X - e^0\| \leq r_0\}$, вычисляется число элементов N_0 в классе S^0 и присваивается V (числу колебаний радиуса) значение $V_0 = 0$.

Пусть на m -м шаге для центра e^m выбран радиус r_m , построен класс $S^m = \{X \in X, \|X - e^m\| \leq r_m\}$, подсчитано число его элементов n_m и значение

$$V = V_m. \quad \text{Устанавливается } e^{m+1} = \frac{1}{n_m} \sum_{X \in S^m} X;$$

$$r_{m+1} = \begin{cases} \min(r + \delta\gamma, r^{\max}) & , & n_m \leq n_{\min}; \\ \max(r - \delta\gamma, r_{\min}) & , & n_m > n^{\max} \text{ и } (V_m < V_{dop}) \text{ или } (e^{m+1} \neq e^m); \\ r_m & , & \text{иное} \end{cases}$$

Здесь $\gamma = (1 + V_m)^{-1}$. Порог V_{dop} учитывается при выборе радиуса r_{m+1} только тогда, когда $e_{m+1} = e_m$ и одновременно $n_m > n^{\max}$. Далее полагает-

ся : $v_1 = v_0 = 0$ и для $m \geq 1$

$$v_{m+1} = \begin{cases} v_m, & \Delta r_m \times \Delta r_{m+1} \geq 0 \\ v_m + 1, & \Delta r_m \times \Delta r_{m+1} < 0 \end{cases}$$

Если $e_{m+1} = e_m$ и $r_{m+1} = r_m$, то алгоритм заканчивает работу, в противном случае осуществляется повторение алгоритма с заменой m на $m+1$.

В рамках данной диссертации рассмотренные выше алгоритмы модифицированы под решаемую задачу и для работы не требуют введения начальных значений управляющих параметров. Так, алгоритмы Форсель и Пульсар модифицированы путем введения оценки радиуса шара и выбора стартовой точки-центра для следующего шага. За начальное значение радиуса на первом шаге принимается минимальное расстояние между всеми рассматриваемыми объектами, а в качестве центра шара выбирается «центр тяжести» всей совокупности. На следующих шагах алгоритма в случае «зацикливания», т.е. если в текущий шар не попало ни одного объекта, радиус шара увеличивается до минимального из расстояний между объектами, которое превосходит текущий радиус. Это увеличение проводится до тех пор пока в шар не попадет хотя бы один объект. После выделения текущего класса, производится расчет центра нового шара, как центра тяжести для оставшихся объектов. В модификации последовательного эвристического алгоритма с пороговым значением за начальное пороговое значение принимается среднее расстояние между всеми объектами, что дает неплохие результаты и избавляет исследователя от подбора данного параметра. Выше описаны алгоритмы, использованные при решении поставленной задачи. Они были отобраны для реализации, так как почти все остальные, существующие алгоритмы классификации данных требуют или фиксирования числа классов, или задание начального разбиения, или задания весовых коэффициентов и набора центров, что предопределяет результат классификации, а алгоритмы с настраиваемыми управляющими параметрами требуют введения новых дополнительных управляющих параметров, что хотя и оправдывается более качественными результатами, неудобно из-за необходимости проведения дополнительного анализа выборки.

Основная идея, заложенная в компьютерной версии программы «Аттестация» заключалась в отнесении (на основе серии эмпирических) данных руководителей, подлежащих аттестации, к нескольким группам, отра-

жающим их соответствие или несоответствие занимаемой должности. Очевидно, что решение этой задачи предполагало использование различных возможных подходов. Один из них – традиционный состоял в распределении руководителей по группам на основе заранее заданной системы показателей, которые могли быть получены в ходе аттестационной процедуры на основе использования различных методик. Другой, и именно он был реализован в предлагаемом нами подходе, заключался в выделении на основе использования теории классификации и конкретнее разработанных нами алгоритмов классификации данных для выделения нескольких групп руководителей, которые могли бы быть проинтерпретированы как группы различной профессиональной подготовки.

В качестве методики психологического анализа полученных групп, использовался тест Р.Кеттелла, который универсален, практичен и дает многогранную информацию об индивидуальности испытуемого. В основе качественного и количественного анализа содержания личностных факторов и их взаимосвязей выделяют следующие блоки факторов:

1. Интеллектуальные особенности: факторы В, М, Q1.
2. Эмоционально - волевые особенности: С, G, I, O, Q3, Q4.
3. Коммуникативные свойства и особенности межличностного взаимодействия: факторы А, Н, F, E, Q2, N, L.

В ходе аттестации и оценки 106 руководителей на основе использования предложенного нами алгоритма по выделенным нами признакам были выделены 4 группы руководителей (Таблица 1.).

1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
36%	42%	17%	5%

Таблица 1. Группы руководителей

Проведя сравнение индивидуальных профилей выделенных групп руководителей по смысловым блокам теста Кеттелла¹, мы получили ярко выраженные индивидуальные характеристики каждой из представленных групп.

¹ Лучшие психологические тесты для профотбора и профориентации. - Петрозаводск: Петроком, 1992.- 318с.

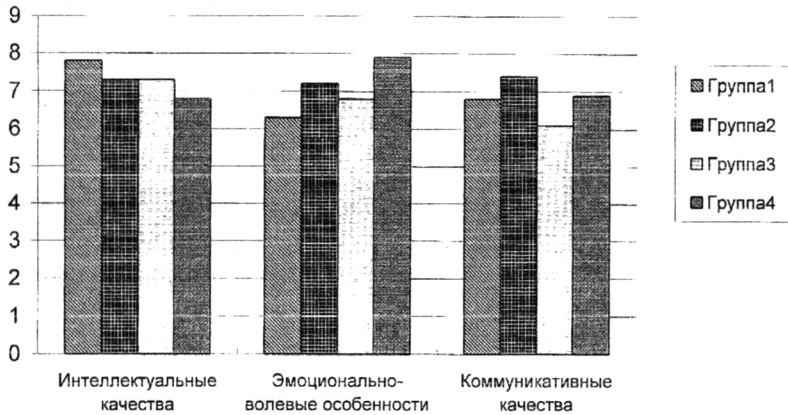


Рисунок 1. Различия выделенных на основе использования модифицированных алгоритмов групп руководителей по факторам теста Кеттелла

В третьей главе настоящего исследования сформулирована общая задача оценки и аттестации кадров и рассмотрен ряд математических методов теории классификации данных применяемых для решения задач данного класса. Модифицированы алгоритмы последовательно эвристического поиска, Форель и Пульсар для решения конкретной задачи оценки и аттестации. Проведена проверка валидности данных методов путем построения психологических профилей найденных нами групп и сравнения их с тестом Р.Кеттелла.

В четвертой главе диссертации описывается программная система «Аттестация», выполненная на основе разработанной модели, модифицированных и апробированных алгоритмов классификации данных. Формулируется ее назначение и особенности применения, проводится оценка внешней валидности методов теории классификации данных используемых в рамках разработанной модели.

Работа системы может быть представлена в виде схемы (Схема 2).

Данная система соответствует всем требованиям, предъявляемым программным продуктам подобного класса. Система разработана на платформе Borland C++ Builder, поэтому обладает интуитивно понятным и общепринятым интерфейсом Windows программ и проста в использовании. Подробное описание системы дано в диссертационной работе.

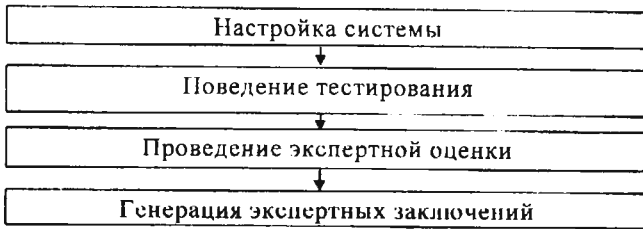


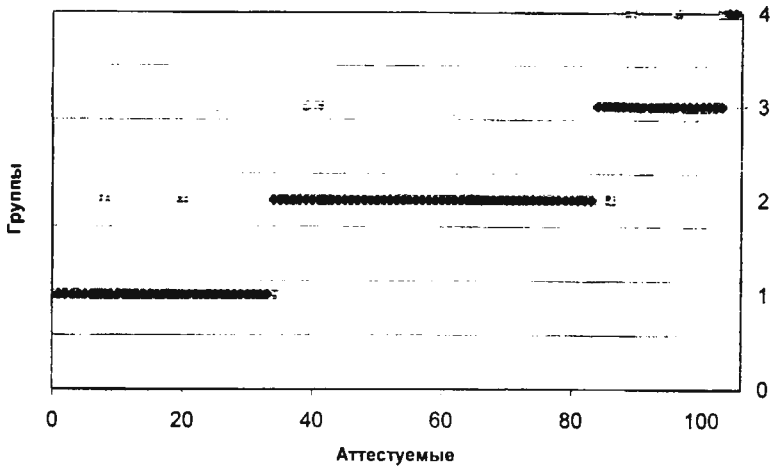
Схема 2. Этапы работы системы «Аттестация»

Для проверки внешней валидности предложенных нами методов классификации данных был проведен сравнительный анализ результатов, полученных в ходе исследования группы руководителей на основе использования предложенного нами алгоритма по выделенным нами признакам и результатами экспертного опроса, проведенного независимыми экспертами. Для обеспечения более точной и независимой экспертизы аттестуемых, как правило, используется следующая схема выбора и назначения экспертов: каждого аттестуемого оценивает семь экспертов. Первым экспертом выступает сам аттестуемый. Остальные шесть экспертов выступают представителями 3-х уровней управления: вышестоящего, равного по положению с аттестуемым, низлежащего уровня в управленческой иерархии по два представителя каждой из выделенных групп. Для обеспечения объективности и снятия предвзятости в оценке трех экспертов выбирает сам аттестуемый, а трое назначаются вышестоящим руководителем. Поскольку в качестве эксперта выступает и сам аттестуемый, то даже при желании руководителя занижить оценку путем подбора экспертов, аттестуемый руководитель может скомпенсировать это как самостоятельным выбором трех других экспертов, так и собственной оценкой (самооценкой).

В нашем случае использовалась упрощенная модель экспертной оценки, предполагающая участие четырех экспертов: руководителей вышестоящего уровня и коллег по управлению.

Экспертам предлагался ряд утверждений, по которым им следовало оценить аттестуемого по четырех-восьми балльной шкале. Два варианта ответов на предложенное утверждение характеризовало аттестуемого, как профессионала высокого уровня, вторые два как профессионала, следующие два, как руководителя, отличающегося средним уровнем профессио-

нализма, и последние два как руководителя с невысоким уровнем профессионализма.



■ Результат классификации методом "Форель" ◆ Результат экспертного опроса

Рисунок 2. Сравнение разбиения методом Форель и результатов экспертного опроса

Результатом экспертного опроса для каждого аттестуемого служил коэффициент W - средний вариант ответов экспертов, т.е. $W_n = \left(\frac{\sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^n q_{ik}}{6} \right)$,

где q_{ik} - вариант ответа на i -ый вопрос k -го эксперта при оценки n -го аттестуемого.

В результате экспертного опроса было получено разбиение аттестуемых на группы профессиональной квалификации, соответствующие группам получаемых методом Форель (Рисунок 2).

Сравнение данных по критерию χ^2 Пирсона показало, что их различие составляет менее 1%, по всем трем модифицированным алгоритмам теории классификации данных, что позволяет говорить о внешней валидности предложенной методики аттестации.

Работа и результаты модифицированных алгоритмов классификации сравнивались по следующим параметрам: качество разбиения, число ша-

гов, по время работы (рассматривалась работа при двух метриках: евклидовой и метрике $d(X, Y) = \max_{i \leq i, p} |X_i - Y_i|$).

	Метод Пульсар	Метод последовательного эвристического поиска	Метод Форель с модификациями выбора радиуса и пептра тяжести
Сравнение при евклидовой метрике			
Качество разбиения	1	0,997411	0,989405
Время работы (сек.)	3	1	2
Число шагов	299	145	96
Число классов	4	4	4
Сравнение при метрике $d(X, Y) = \max_{i \leq i, p} X_i - Y_i$			
Качество разбиения	1	0,986435	0,988849
Время работы (сек.)	3	2	2
Число шагов	299	167	94
Число классов	4	4	4

Таблица 2. Сравнительный анализ эффективности модифицированных методов

Оценка качества производилась с использованием величины, называемой объясненной долей общего разброса T , $T = 1 - W/S$, где

S - общее рассеивание $S = \sum_{i=1}^n d^2(X_i, \bar{X})$, где \bar{X} - центр тяжести всей совокупности;

W - внутриклассовый разброс $W = \sum_{j=1}^l W_j$, $W_j = \sum_{X_i \in G_j} d(X_i, X_j)$, где \bar{X}_j - центр тяжести класса G_j .

Соответственно, чем больше T , тем лучше качество разбиения. Очевидно, $0 \leq T \leq 1$.

Кроме того, классы оценивались на компактность в терминах классификации:

- по количеству кластеров в разбиении, где кластером называется группа объектов G_j , такая, что выполняется неравенство $d_j^2 = W_j/n < S/n$. Чем больше кластеров в разбиении, тем оно лучше;

- по величине сгущения, где под сгущением понимается группа объектов G_j , такая, что выполняется неравенство $\max_{X_i \in G_j} d(\bar{X}_j, X_i) < S/n$.

Произведенные модификации позволяют частично ускорить обработку данных, незначительно снижая при этом качество получаемого разбиения. Так же модифицированный алгоритм Форель позволяет сократить число классов в разбиении, что играет важную роль при дальнейшей обработке.

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем:

- обоснована возможность применения методов теории классификации данных в психолого-акмеологической диагностике;
- предложен и реализован способ построения модели в виде номинальной шкалы, адекватной свойствам предметной области позволяющий снизить размерности решаемой задачи психолого-акмеологической оценки;
- модифицированы алгоритмы классификации данных для решения диагностических задач («последовательный эвристический метод», алгоритмы «Форель» и «Пульсар»);
- проведен анализ модифицированных алгоритмов: качество разбиения, время работы, количество итераций и др.;
- разработаны и апробированы в реальной практической деятельности компьютерная система «Аттестация», реализующая предложенную модель и модифицированные алгоритмы.

В целом, проведенная работа подтвердила выдвинутые гипотезы, показала необходимость продолжения серии подобных исследований и наметила их **перспективные направления**, среди которых использование методов классификации данных в решении более широкого спектра прикладных проблем психодиагностики, построение типологии личности руководителей различных сфер, профессионально-квалификационная диагностика и др.

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях автора

1. Сиягин А.Ю.- Программное обеспечение психологической процедуры подбора и расстановки кадров.- Материалы научно-практической конференции "Личностно-ориентированный подход в обучении, воспитании и работе с персоналом".- Ульяновск: ДаР,1999.-С. 81-82.

2. Сиягин А.Ю.- Использование теории классификации в психодиагностике.- Сб.: Развитие профессиональной и психологической культуры государственных служащих.-М.:РАГС,2000.-221-230.

3. Сиягин А.Ю., Кумунжисв К.В.- О компьютеризации обучения школьников.-Сб. научных статей и тезисов научных докладов "Проблемы реализации личностно-ориентированного подхода в образовании"-М.:Практика,2000.- С.87-90.

4. Сиягин А.Ю., Кумунжисв К.В.- Новые методы теории классификации в решении психологических задач.- Материалы III международного интердисциплинарного симпозиума "О человеке в человеке".-Ополе.-Польша.-29-31 мая 2000 г.-С.36-39.

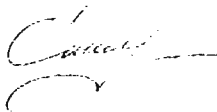
5. Сиягин А.Ю.- Язык шаблонов для описания библиографических форматов.-Сб. научных статей и тезисов научных докладов "Проблемы реализации личностно-ориентированного подхода в образовании" -М.:Практика,2000.-С.84-87.

6. Сиягин А.Ю., Идиатулло Т.Т.- К проблеме коллективной психики.- Материалы научно-практической конференции «Образования 21 века: проблемы и перспективы».-М.: Знание, 2001.- С.89-91.

7. Сиягин А.Ю.- К проблеме программированного обучения в школе.- Всероссийское родительское собрание «Воспитание подрастающего поколения: идеалы, ценности, ориентации».-М.:Минобразования России, 4-6 декабря 2000г.- 5с.

8. Сиягин А.Ю.- Особенности использования компьютерных методик в образовательной практике.- Сб. научных трудов "Психологические аспекты смысла жизни и акме".-Материалы VI симпозиума Психологического Института РАО.-27-28 апреля 2000г.-С.24-26.

9. Сиягин А.Ю.- Моделирование и компьютерная поддержка психолого-акмеологических оценок.- Материалы научно-практической конференции «Образования 21 века: проблемы и перспективы».-М.:Знание, 2001.- С.75-77.



Отпечатано с оригинал-макета заказчика
в фирме “DaRP”, тираж 80 экз., заказ №101501

