МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е.В. Луценко

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОГНИТИВНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА "ЭЙДОС"

Краснодар – 2014

УДК 338.24.01
ББК 65.050.03
Л 86

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
Аршинов Георгий Александрович
профессор, доктор технических наук,
профессор кафедры компьютерных технологий и систем,
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (Краснодар)

Л 86 Луценко Е.В.
Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос". Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

ISBN 978-5-94672-830-0

Монография посвящена универсальной когнитивной аналитической системе «Эйдос» и ее применению в научных исследованиях и учебном процессе.

В 1-й главе описывается история базовой системы «Эйдос» и систем окружения «Эйдос-фонд», «Эйдос-Ψ» и «Эйдос-астра». Во 2-й главе кратко рассматривается Системно-когнитивный анализ и системная теория информации, которые являются теоретическими основами системы «Эйдос». В 3-й главе рассматриваются применения системы «Эйдос» в научных исследованиях в различных направлениях науки: экономике, технических науках, психологии, медицине, астрогеофизике и астросоциологии, в сельском хозяйстве. В 4-й главе рассматривается применение системы «Эйдос» в учебном процессе при преподавании дисциплин: «Интеллектуальные информационные системы», «Представление знаний в интеллектуальных информационных системах», «Управление знаниями», «Функционально-стоимостной анализ системы и технологии управления персоналом», «Основы теории управления». В 5-й главе рассматриваются перспективы развития системы «Эйдос»: теоретических основ, программного инструментария, аппарата визуализации когнитивных функций и эйдосов, интеллектуальных порталов интеллектуальных on-line услуг через Internet. В приложениях приводятся глоссарий, акты внедрения и описание инфраструктуры применения системы «Эйдос».

Для студентов, аспирантов, преподавателей и научных работников, интересующихся современными интеллектуальными технологиями и перспективами их применения в научных исследованиях и учебном процессе.

Ил. 129. Табл. 81. Формул 18. Библиогр.: 253 назв.

ISBN 978-5-94672-830-0

© Е.В. Луценко, 2014
© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **4**

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ: БАЗОВАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС» И СИСТЕМЫ ОКРУЖЕНИЯ **15**

1.1. Базовая система «Эйдос» 15
1.2. Система окружения «Эйдос-фонд» 51
1.3. Система окружения «Эйдос-Ψ» 52
1.4. Система окружения «Эйдос-астра» 61

ГЛАВА 2. СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ И СИСТЕМНАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» **73**

2.1. Перспективная когнитивная концепция 73
2.2. Базовая когнитивная концепция и синтез когнитивного конфигуратора 90
2.3. Формализация базовых когнитивных операций системного анализа 100
2.4. Системная теория информации – математическая модель системы «Эйдос» 145

ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ **176**

3.1. Экономика 176
3.2. Технические науки 193
3.3. Психология 194
3.4. Медицина 242
3.5. Исследование глобальных геосистем в космической среде 245
3.6. Сельское хозяйство 248

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ **258**

4.1. Обзор учебных дисциплин, при преподавании которых используется система «Эйдос» 258
4.2. Дисциплина: «Интеллектуальные информационные системы» 259
4.3. Дисциплина: «Представление знаний в интеллектуальных информационных системах» 268
4.4. Дисциплина: «Управление знаниями (магистратура)» 388
4.5. Дисциплина: «Функционально-стоимостной анализ системы и технологии управления персоналом (магистратура)» 424
4.6. Дисциплина: «Основы теории управления (теория автоматического управления)" 453

ГЛАВА 5. НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» **495**

5.1. Система «Эйдос-Х++» – новый инструментарий системно-когнитивного анализа 495
5.2. Некоторые перспективы применения технологий АСК-анализа 519
5.3. Развитие АСК-анализа с применением теории нечетких множеств и неклассической логики 522
5.4. Динамика взаимодействующих семантических пространств и создание континуального АСК-анализа 525
5.5. Интеллекутальная адаптивная система управления состоянием пациента 528
5.6. Некоторые перспективы применения системы «Эйдос» в психологии 531
5.7. Некоторые перспективы применения системы «Эйдос» в правоохранительной сфере 549
5.8. Разработка интеллектуальных порталов, оказывающих интеллектуальные on-line услуги через Internet 550

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **551**

ПРИЛОЖЕНИЯ **552**

Приложение 1 – Глоссарий (краткий толковый словарь терминов по и системно-когнитивному анализу) 552
Приложение 2 – Акты внедрения ранних версий системы «Эйдос» 566

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **570**

ВВЕДЕНИЕ

Системы искусственного интеллекта
помогают решать сложнейшие проблемы,
которые не возникали, пока этих систем не было
(IT-фольклор)

Книга, которая перед Вами, уважаемый читатель, представляет собой своеобразный краткий[1] итоговый отчет о довольно длительном периоде исследований и разработок, одним из результатов которого является универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос», системы окружения и ряд приложений. Эта система представляет собой программный инструментарий нового метода искусственного интеллекта, разработанного и предложенного в 2002 автором: Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [148]. Это полностью лицензионный отечественный программный продукт, созданный с помощью лицензионного инструментального программного обеспечения.

Что же такое АСК-анализ?

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) представляет собой новый универсальный метод искусственного интеллекта, представляющий собой единственный в настоящее время вариант автоматизированного системного анализа, а именно, системный анализ, структурированный по базовым когнитивным операциям.

Известно, что системный анализ является одним из общепризнанных в науке методов решения проблем и многими учеными рассматривается вообще как метод научного познания. Однако как впервые заметил еще в 1984 году проф. И. П. Стабин[2] на практике применение системного анализа наталкивается на **проблему**. Суть этой проблемы в том, что обычно системный анализ успешно применяется в сравнительно простых случаях, в которых в принципе можно обойтись и без него, тогда как в действительно сложных ситуациях, когда он чрезвычайно востребован и

---

[1] Это не шутка, действительно краткий: см.: [3-203] и http://lc.kubagro.ru/

[2] Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ.- М.: Машиностроение, 1984. -309 с.

у него нет альтернатив, сделать это удается гораздо реже. Проф. И. П. Стабин предложил и путь решения этой проблемы, который он видел в автоматизации системного анализа.

Работы каких ученых сыграли большую роль в создании АСК-анализа?

О проф. И. П. Стабине, который предложил саму идею автоматизации системного анализа мы уже упомянули выше.

Затем необходимо отметить отечественных классиков системного анализа проф. Ф. И. Перегудова и проф. Ф. П. Тарасенко, которые в ряде основополагающих работ[3] подробно рассмотрели математические методы, которые в принципе могли бы быть применены для автоматизации отдельных этапов системного анализа. Однако даже самые лучшие математические методы не могут быть применены на практике без реализующих их программных систем, а путь от математического метода к программной системе долог и сложен. Для этого необходимо разработать численные методы или методики численных расчетов, реализующие математический метод, а затем разработать программную реализацию системы, основанной на этом численном методе.

В числе первых попыток реальной автоматизации системного анализа следует отметить докторскую диссертацию проф. В. С. Симанкова (2002). Эта попытка была основана на высокой детализации этапов системного анализа и подборе уже существующих программных систем, автоматизирующих эти этапы. Эта попытка была реализована, однако, лишь для специального случая исследования в области возобновляемой энергетики, т.к. системы оказались различных разработчиков, созданные с помощью различного инструментария и не имеющие программных интерфейсов друг с другом, т.е. не образующие единой автоматизированной системы. Эта попытка, безусловно, явилась большим шагом по пути, предложенному проф. И. П. Стабиным, но и ее нельзя признать обеспечившей достижение поставленной им цели (создание автоматизированного системного анализа), т.к. она не привела к созданию единой универсальной программной системы,

---

[3] Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. - 320 с., Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.. Основы системного анализа. Томск Изд-во науч.-техн. лит. 1997. 389с.

автоматизирующий системный анализ, которую можно было бы применять в различных предметных областях.

Кем и когда создан АСК-анализ?

Автоматизированный системно-когнитивный анализ разработан проф. Е. В. Луценко и предложен им в 2002 году[4].

Основная идея, позволившая сделать это, состоит в рассмотрении системного анализа как метода познания (отсюда и «когнитивный» от «*cognitio*» – знание, познание, лат.). Это позволило структурировать системный анализ не по этапам, как пытались сделать ранее, а по базовым когнитивным операциям (БКОСА), т.е. таким операциям, к комбинациям которых сводятся остальные. Эти операции образуют когнитивный конфигуратор и их оказалось не очень много, всего 10:

1) присвоение имен;
2) восприятие;
3) обобщение (синтез, индукция);
4) абстрагирование;
5) оценка адекватности модели;
6) сравнение, идентификация и прогнозирование;
7) дедукция и абдукция; 8) классификация и генерация конструктов;
9) содержательное сравнение;
10) планирование и принятие решений об управлении.

Каждая из этих операций достаточно элементарна для формализации и программной реализации.

Что включает АСК-анализ?

Автоматизированный системно-когнитивный анализ включает: формализуемую когнитивную концепцию, математическую модель, методику численных расчетов и реализующий их программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос".

---

[4] Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с., личный сайт: http://lc.kubagro.ru/

Компоненты АСК-анализа:

– формализуемая когнитивная концепция и следующий из нее когнитивный конфигуратор;

– теоретические основы, методология, технология и методика АСК-анализа;

– математическая модель АСК-анализа, основанная на системном обобщении теории информации;

– методика численных расчетов, в универсальной форме реализующая математическую модель АСК-анализа, включающая иерархическую структуру данных и 24 детальных алгоритма 10 БКОСА;

– специальное инструментальное программное обеспечение, реализующее математическую модель и численный метод АСК-анализа – Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос".

Этапы АСК-анализа:

1) когнитивная структуризация предметной области;

2) формализация предметной области (конструирование классификационных и описательных шкал и градаций и подготовка обучающей выборки);

3) синтез системы моделей предметной области (в настоящее время система «Эйдос» поддерживает 3 статистические модели и 7 моделей знаний);

4) верификация (оценка достоверности) системы моделей предметной области;

5) повышение качества системы моделей;

6) решение задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений;

7) исследование моделируемого объекта путем исследования его моделей: кластерно-конструктивный анализ классов и факторов; содержательное сравнение классов и факторов; изучение системы детерминации состояний моделируемого объекта, нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети прямого счета; построение классических когнитивных моделей (когнитивных карт); построение интегральных когнитивных моделей (интегральных когнитивных карт).

Какие ученые принимали и сейчас принимают участие в развитии АСК-анализа?

Д.э.н., к.т.н. проф. Луценко Е.В. [3-190], Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., проф. Лойко В.И., д.э.н., профессор Барановская Т.П., Ph.D., Ph.D., к.ф.-м.н., профессор Трунев А.П. (Канада), д.т.н., проф. Симанков В.С., к.т.н., доцент Коржаков В.Е., д.э.н., проф. Ткачев А.Н., д.э.н., проф. Крохмаль В.В., д.т.н., доцент Сафронова Т.И., к.э.н., доцент Макаревич О.А., к.пс.н., проф. Некрасов С.Д., к.т.н., доцент, полковник в отставке Лаптев В.Н., д.э.н., к.т.н., доцент, полковник в отставке Ермоленко В.В., к.пс.н., доцент, полковник в отставке Третьяк В.Г., к.пс.н. Щукин Т.Н., к.пс.н. Наприев И.Л., к.м.н. Сергеева Е.В.(Фомина Е.В.) и др.

Каков индекс цитирования ученых, принимающих участие в развитии АСК-анализа?

Работы по АСК-анализу вызывают значительный интерес у научной общественности. Об этом свидетельствуют высокие индексы цитирования ведущих ученых, принимающих участие в развитии АСК-анализа, которые приводятся в порядке убывания:

№	Ф.И.О.	Индекс цитирования РИНЦ	Индекс Хирша	Место в рейтинге региона
1	Луценко Евгений Вениаминович	**3819**	20	3-й в Краснодарском крае
2	Лойко Валерий Иванович	**448**	7	37-й в Краснодарском крае
3	Симанков Владимир Сергеевич	**336**	3	58-й в Краснодарском крае
4	Коржаков Валерий Евгеньевич	**95**	3	4-й в Республике Адыгея

Сколько докторских и кандидатских диссертаций защищено с применением АСК-анализа и в каких областях науки?

Метод системно-когнитивного анализа и его программный инструментарий интеллектуальная система "Эйдос" были успешно применены при проведении ряда кандидатских и докторских диссертационных работ в ряде различных предметных областей по экономическим, техническим, психологическим и медицинским наукам. С применением АСК-аналиа проведены исследования и по ним защищены диссертации:

- 3 докторов экономических наук;
- 2 доктора технических наук;
- 4 кандидата психологических наук;
- 1 кандидата технических наук;
- 1 кандидата медицинских наук.

В настоящее время в процессе выполнения и выхода на защиту еще несколько диссертаций на соискание ученых степеней кандидатов и докторов экономических наук.

Сколько грантов РФФИ и РГНФ выполнено и выполняется с применением СК-анализа?

Метод системно-когнитивного анализа и его программный инструментарий интеллектуальная система "Эйдос" были успешно применены при выполнении ряда грантов РФФИ и РГНФ (пронумерованы только одобренные):

РФФИ:

№	Номер проекта	Название проекта	Начало - окончание
	02-01-00035-а	Разработка компьютерных методов изучения эмерджентных свойств плодовых культур с дальнейшим использованием их для оптимизации выращивания	2002 - 2004
1	02-05-64234-а	Разработка теории многокритериальной оценки ландшафтных и метеорологических характеристик юга России для увеличения продуктивности плодовых культур на основе создания системы банков данных и компьютерного моделирования.	2002 - 2003
2	03-04-96771-р2003юг_а	Разработка новой методологии районирования сортов сельскохозяйственных культур на основе системного подхода при анализе и математическом прогнозе их жизнеобеспечения и продуктивности	2003 - 2005
3	03-07-96801-р2003юг_в	Создание системы мониторинга, прогнозирования, анализа и поддержки управленческих решений по продуктивности плодовых культур на основе электронных баз данных	2003 - 2005
	06-06-96644-р_юг_а	Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом	2006 - 2008
	07-07-13510-офи_ц	Инвестиционное управление АПК на основе методологии системно-когнитивного анализа	2007 - 2008
	08-06-99005-р_офи	Управление в АПК исходя из критерия качества жизни	2008 - 2009
	09-06-13509-офи_ц	Системно-когнитивные основы инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом	2009 - 2010
4	11-06-96508-р_юг_ц	Системно-когнитивные основы инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом	2011 - 2012
	13-07-96507	Принципы создания облачного сервиса по курсу математики с визуализацией понятийного аппарата, процесса доказательств теорем и выполнения практических заданий	2013 – 2014

РГНФ:

№	Номер проекта	Название проекта	Начало - окончание
1	13-02-00440а	Методологические основы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона с применением технологий искусственного интеллекта	2013-2015

Сколько монографий, патентов, публикаций входящих в Перечень ВАК есть по АСК-анализу?

По проблематике АСК-анализа издано 17 монографий, получено 25 патентов на системы искусственного интеллекта, их подсистемы, режимы и приложения, издано 156 статей в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ. В одном только Научном журнале КубГАУ (входит в Перечень ВАК РФ с 26-го марта 2010 года) опубликовано 135 статей по различным теоретическим и практическим аспектам АСК-анализа общим объёмом 192,875 у.п.л., в среднем 1,495 у.п.л. на одну статью. Суммарный импакт-фактор РИНЦ всех опубликованных в журнале статей = 74,433.

В каких областях уже применялся АСК-анализ?

По этим публикациям, грантам и диссертационным работам видно, что АСК-анализ уже успешно применялся в следующих предметных областях и научных направлениях:

- региональная экономика;
- отраслевая экономика;
- экономика предприятий;
- технические науки – интеллектуальные системы управления в возобновляемой энергетике;
- технические науки – мелиорация и управление мелиоративными системами;
- психология личности;
- психология экстремальных ситуаций;
- психология профессиональных и учебных достижений;
- медицинская диагностика;
- прогнозирование результатов применения агротехнологий;

- принятие решений по выбору рациональных агротехнологий;

- геофизика: прогнозирование землетрясений;

- геофизика: прогнозирование параметров магнитного поля Земли;

- геофизика: прогнозирование движения полюсов Земли.

Исследования по некоторым из перечисленных направлений мы постараемся отразить в данной монографии.

В каких областях может применяться АСК-анализ?

Он может применяться во всех областях, в которых для решения своих профессиональных задач специалист использует свой естественный интеллект, профессиональный опыт и компетенцию.

Главный вывод, который, можно обоснованно сделать на основе вышесказанного, состоит в том, что автоматизированный системно-когнитивный анализ имеет все основные признаки нового перспективного междисциплинарного научного направления в рамках системного анализа.

Internet-ссылки по АСК-анализу

Сайт проф. Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/index_kubagro.htm . Данный сайт посетило уже около 475000 посетителей с уникальными IP-адресами.

Страничка проф. Е.В.Луценко на сайте Научного журнала КубГАУ: http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11 В расчете на фамилию автора приходится более 204000 прочтений статей.

О плагиаторах, использующих работы по АСК-анализу, находящиеся в Internet в открытом доступе

Авторы научных работ по АСК-анализу всегда размещали их в свободном открытом доступе, чем не преминули воспользоваться плагиаторы. Лучше всего об этом написано в статье «Групповой плагиат: от студента до министра»[5]. Чтобы найти

[5] Вяткин В.Б. Групповой плагиат: от студента до министра. - Троицкий вариант — Наука - http://trv-science.ru - [Электронный ресурс]. Адрес доступа: http://trv-

многочисленные «труды» плагиаторов, включая диссертации, достаточно в Internet в любой поисковой системе сделать запрос, например: «Коэффициенты эмерджентности Хартли, Харкевича, Шеннона», которые автор системной теории информации (СТИ) проф. Е.В.Луценко назвал так в честь этих выдающихся ученых в области теории информации. При этом автор следовал сложившейся научной традции называть единицы измерения и математические выражения в честь известных ученых. Причем часто *плагиаторы даже не понимают, что сами основоположники и классики теории информации не предлагали этих коэффициентов, а предложены они были в работах автора [7]*. Наверное, поэтому они и не считают нужным делать ссылки и пишут, например:

1. «По Харкевичу коэффициент эмерджентности определяет степень детерменированности ситемы…» (подчеркнуто нами, авт., в цитате сохранены орфографические ошибки плагиатора).

2. «Отсюда строится системная численная мера количества информации в ИС на основе оценки **эмерджентности системы** (**по** Хартли и Харкевичу)» (выделено плагиатором).

Эти фразы легко найти в Internet. Здесь автор не считает нужным уделять вопросу о плагиате большего внимания. Отметим лишь, что эта плагиаторская деятельность не просто продолжается, а даже набирает обороты.

О возможностях применения АСК-анализа для сопоставимой оценки эффективности вузов

Недавно все Российское профессиональное научно-педагогическое сообщество стало свидетелем того, как Министерство образования и науки России начало работу по формированию рейтинга эффективности российских вузов. В этой связи возникает ряд вопросов, аргументированные ответы на которые представляют большой интерес.

---

science.ru/2011/11/08/gruppovojj-plagiat-ot-studenta-do-ministra/ или: http://trv-science.ru/2011/11/08/gruppovojj-plagiat-ot-studenta-do-ministra/print/

Прежде всего, возникает вопрос о том, ***что понимается под <u>эффективностью</u> вузов***? Ведь ясно, что прежде чем оценивать эффективность вузов было бы неплохо, а на самом деле совершенно необходимо, разобраться с тем, что же это такое. Ясно, что по этому поводу существует много различных мнений, которые в различной степени аргументированы или не аргументированы и отражают позиции руководителей образования и науки, профессионального научно-педагогического сообщества и различных слоев населения. По мнению автора, с научной точки зрения некорректно и неуместно говорить о каких-то критериях оценки эффективности вузов, если не определено само это понятие эффективности, т.е. отсутствует консенсус в профессиональной среде по поводу того, что же это такое. Очевидно, для достижения такого консенсуса в наше время необходимо широкое обсуждение этого вопроса в научной печати, Internet и СМИ.

Когда консенсус профессионального научно-педагогического сообщества по вопросу о том, что такое «эффективность вуза» будет достигнут, на первый план выступает вопрос о том, с ***помощью какого <u>метода</u> оценивать эту эффективность***? Для автора вполне очевидно, что этот метод должен представлять собой какой-то вариант метода многокритериальной оценки. Это обусловлено просто тем, что такие сложные и многофакторные системы как вузы в принципе невозможно оценивать по одному показателю или критерию. Чтобы обоснованно выбрать метод оценки эффективности вузов необходимо сначала научно обосновать требования к нему, а затем составить рейтинг методов по степени соответствия обоснованным требованиям и выбрать метод, наиболее удовлетворяющий обоснованным требованиям.

Когда метод оценки эффективности вузов выбран, необходимо ответить на вопрос о том, ***на основе каких <u>критериев</u> оценивать эффективность вузов и какой исходной информацией о вузах для этого необходимо располагать***? Ясно, что эти критерии в общем случае могут иметь как количественную, так и ка-

чественную природу и могут измеряться в различных единицах измерения. Кроме того эти критерии могут иметь различную силу и направление влияния на оценку эффективности вузов. Конечно, возникают вопросы как ***о способе определения системы критериев эффективности вуза***, так и ***о способе определения силы и направления влияния критериев на оценку эффективности вузов.*** Но еще более существенным является вопрос: «***О способе сопоставимого сведения разнородных по своей природе и измеряемых в различных единицах измерения частных критериев эффективности в один количественный интегральный критерий эффективности вуза***».

Автоматизированный системно-когнитивный анализ является одним из современных методов, который предоставляет научно обоснованные ответы на все эти вопросы, но самое существенное, что он оснащен широко и успешно апробированным [3-190] универсальным программным инструментарием, позволяющим решить эти вопросы не только на теоретическом концептуальном уровне, но и практически. Очень важно, что этот инструментарий и методики его использования для решения сформулированных задач могут быть доступны всем заинтересованным сторонам не только на федеральном уровне, но в самих вузах, что позволит им осуществлять аудиторскую самооценку и видеть свое место и динамику среди других вузов. Это позволит руководителям вузов принимать более осознанные и научно обоснованные решения, направленные на повышение эффективности и рейтинга их вуза. Конечно, для реализации на практике регулярного рейтингового анализа вузов необходимо создание соответствующей достаточно разветвленной инфраструктуры. Однако более подробное и конкретное рассмотрение связанных с этим вопросов далеко выходит за рамки данной работы.

Автор выражают благодарность всем, чьи материалы размещенны на сайтах [203-221], т.к. они были использованы при написании данной монографии.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ: БАЗОВАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС» И СИСТЕМЫ ОКРУЖЕНИЯ

1.1. Базовая система «Эйдос»

1.1.1. Кратко о системе «Эйдос»

Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос», по-видимому, является одной из первых реально работающих отечественных универсальных систем искусственного интеллекта, широко применяемых и развивающихся и в настоящее время [108].

Математическая модель Универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос", а также методика численных расчетов (алгоритмы и структуры данных) и функциональная структура системы разработаны автором в 1979 году, когда он работал старшим инженером на вычислительном центре Краснодарского медицинского института[6] и занимался разработкой математических моделей и алгоритмов медицинских диагностических систем. Впервые математическая модель системы «Эйдос» прошла экспериментальную апробацию в ходе численного эксперимента в 1981 году. С 1981 по 1992 система "Эйдос" неоднократно реализовалась автором в предметно-зависимых приложениях на платформе Wang (на компьютерах Wang-2200C) в среде персональной технологической системы «Вега» разработки автора (1983 год), во многом функционально аналогичной MS Excel (включая деловую графику), но опережавшей его лет на 10. Акты внедрения ранних версий системы «Эйдос» (с 1987 года) приведены в приложении 2.

Для IBM-совместимых персональных компьютеров система "Эйдос" была реализована в универсальной постановке (не зависящей от предметной области) в 1992 году и с тех она пор совершенствуется постоянно, вплоть до настоящего времени. В 1993 году впервые была опубликована математическая модель системы «Эйдос». В 1994 году (т.е. за 2 года до создания системы

[6] http://lc.kubagro.ru/aidos/Auto0700.htm

Windows 95) на систему "Эйдос" и связанные с ней разработки получены 3 свидетельства РосПатента: №№ 940217, 940328 и 940334, ставшие первыми в Краснодарском крае, а возможно и в России, патентами на системы искусственного интеллекта. Отметим, что именно в 1994 году в Российской Федерации впервые появилась возможность правовой защиты авторских прав на программы для ЭВМ. Позже были получены еще ряд свидетельств РосПатента[7].

Система «Эйдос» применялась для решения задач прогнозирования, поддержки принятия решений и научных исследований во многих предметных областях. Обзор применений системы «Эйдос» до 2002 года приведен в 7-й главе работы [7][8], где приведена и ссылка на акты внедрения. О применениях системы «Эйдос» с 2002 года по настоящее время можно судить по работам [3-190], публикациям в Научном журнале КубГАУ: http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11 и материалам сайта автора: http://lc.kubagro.ru. Система "Эйдос" является высокоэффективным инструментом научных исследований в самых различных предметных областях, в которых требуется обобщение (многопараметрическая типизация), системная (многопараметрическая) идентификация, прогнозирование и принятие решений, сравнение, классификация, и была успешно применена в экономике, технических науках, педагогике, социологии, психологии, психофизиологии, биологии, медицине, агрономии, сельскохозяйственных науках (растениеводстве и плодоводстве), рекламных и маркетинговых исследованиях, геофизике, климатологии, мелиорации и других науках. Она была применена также при выполнении ряда кандидатских и докторских диссертационных работ по экономическим, техническим и психологическим наукам[9]:

- 3 докторов экономических наук;
- 2 доктора технических наук;
- 4 кандидата психологических наук;
- 1 кандидата технических наук;
- 1 кандидата медицинских наук.

---

[7] http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm
[8] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/7.htm http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm
[9] http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm

С 1999 по 2002 год система «Эйдос» применялась в учебном процессе в Кубанском государственном технологическом университете (КубГТУ) при преподавании дисциплин: "Новые информационные технологии в учебном процессе", "Комплексные технологии в науке и образовании". С 2002 года и по настоящее время система «Эйдос» применяется в Кубанском государственном аграрном университете (КубГАУ) и Адыгейском государственном университете (АГУ) при преподавании дисциплины «Интеллектуальные информационные системы», а в КубГАУ также и при преподавании дисциплин: "Основы теории управления" и «Компьютерные технологии в строительной науке и образовании» (магистерский курс).

Разработанный автором автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос", нашли свое широкое отражение в Internet[10].

1.1.2. Назначение и состав системы "Эйдос"

1.1.2.1. Цели и основные функции системы "Эйдос"

Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" (система «Эйдос») является отечественным лицензионным программным продуктом, созданным с использованием официально приобретенного лицензионного программного обеспечения. Система «Эйдос» включает базовую систему, ряд систем окружения и программные интерфейсы импорта данных из внешних баз данных различных стандартов.

По системе "Эйдос" и различным аспектам ее практического применения имеется более сотни публикаций автора с соавторами, в т.ч. 25 монографий и три учебных пособия с грифами УМО и министерства.

Система "Эйдос" является программным инструментарием, реализующим теоретическую концепцию, математическую модель и методику численных расчетов Системно-когнитивного

[10] Http://yandex.ru/yandsearch?text=системно-когнитивный%20анализ&lr=10995 http://yandex.ru/yandsearch?text=универсальная%20когнитивная%20аналитическая%20система%20"эйдос"&lr=10995

анализа (СК-анализ) [7] и обеспечивает реализацию следующих основных функций:

1. Синтез и адаптация семантической информационной модели предметной области, включая активный объект управления и окружающую среду.

2. Идентификация и прогнозирование состояния активного объекта управления, а также разработка управляющих воздействий для его перевода в заданные целевые состояния.

3. Углубленный анализ семантической информационной модели предметной области.

Синтез содержательной информационной модели предметной области

Синтез модели в СК-анализе осуществляется с применением подсистем: "Словари", "Обучение", "Оптимизация", "Распознавание" и "Анализ". Он включает следующие этапы:

1) формализация (когнитивная структуризация предметной области);

2) формирование исследуемой выборки и управление ею;

3) синтез или адаптация модели;

4) оптимизация модели;

5) измерение адекватности модели (внутренней и внешней, интегральной и дифференциальной валидности), ее скорости сходимости и семантической устойчивости.

Идентификация и прогнозирование состояния объекта управления, выработка управляющих воздействий

Данный вид работ осуществляется с помощью подсистем "Распознавание" и "Анализ". Эти подсистемы обеспечивают: ввод распознаваемой выборки; пакетное распознавание; вывод результатов распознавания и их оценку, в т.ч. с использованием данных по дифференциальной валидности модели.

Углубленный анализ содержательной информационной модели предметной области

Этот анализ выполняется в подсистеме "Типология", которая включает:

1. Информационный и семантический анализ классов и признаков.

2. Кластерно-конструктивный анализ классов распознавания и признаков, включая визуализацию результатов анализа в ори-

гинальной графической форме когнитивной графики (семантические сети классов и признаков).

3. Когнитивный анализ классов и признаков (когнитивные диаграммы и диаграммы Вольфа Мерлина).

1.1.2.2. Обобщенная структура системы "Эйдос"

Система "Эйдос-12.5" включает ***семь*** подсистем, состоящих из режимов, подрежимов, функций и подфункций (включающих в свою очередь функциональное меню, пункты которого здесь не приводятся):

1. Формализация предметной области (ПО)
   - 1.1. Классификационные шкалы и градации
   - 1.2. Описательные шкалы (и градации)
   - 1.3. Градации описательных шкал (признаки)
   - 1.4. Иерархические уровни систем
     - 1.4.1. Уровни классов
     - 1.4.2. Уровни признаков
   - 1.5. Программные интерфейсы для импорта данных
     - 1.5.1. Импорт данных из TXT-фалов стандарта DOS-текст
     - 1.5.2. Импорт данных из DBF-файлов стандарта проф. А.Н.Лебедева
     - 1.5.3. Импорт из транспонированных DBF-файлов проф. А.Н.Лебедева
     - 1.5.4. Генерация шкал и обучающей выборки RND-модели
     - 1.5.5. Генерация шкал и обучающей выборки для исследования чисел
     - 1.5.6. Транспонирование DBF-матриц исходных данных
     - 1.5.7. Импорт данных из DBF-файлов стандарта Евгения Лебедева
     - 1.5.8. Системно-когнитивный анализ стандартных графических шрифтов[11]
   - 1.6. Почтовая служба по НСИ
     - 1.6.1. Обмен по классам
     - 1.6.2. Обмен по обобщенным признакам
     - 1.6.3. Обмен по первичным признакам
   - 1.7. Печать анкеты
2. Синтез СИМ
   - 2.1. Ввод–корректировка обучающей выборки
   - 2.2. Управление обучающей выборкой
     - 2.2.1. Параметрическое задание объектов для обработки
     - 2.2.2. Статистическая характеристика, ручной ремонт
     - 2.2.3. Автоматический ремонт обучающей выборки
   - 2.3. Синтез семантической информационной модели СИМ
     - 2.3.1. Расчет матрицы абсолютных частот

[11] http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/05.pdf

2.3.2. Исключение артефактов (робастная процедура)
2.3.3. Расчет матрицы информативностей СИМ-1 и сделать ее текущей
2.3.4. Расчет условных процентных распределений СИМ-1 и СИМ-2
2.3.5. Автоматическое выполнение режимов 1–2–3–4
2.3.6. Зависимость достоверности СИМ от объема обучающей выборки, сходимость и устойчивость СИМ, поиск периодов эргодичности и точек бифуркации
2.3.7. Расчет матрицы информативностей СИМ-2 и сделать ее текущей
2.4. Почтовая служба по обучающей информации
2.5. Синтез СИМ и измерение ее адекватности

3. Оптимизация СИМ
3.1. Формирование ортонормированного базиса классов
3.2. Исключение признаков с низкой селективной силой
3.3. Удаление классов и признаков, по которым недостаточно данных
3.4. Разделение классов на типичную и нетипичную части
3.5. Генерация сочетанных признаков и перекодирование обучающей выборки

4. Распознавание
4.1. Ввод–корректировка распознаваемой выборки
4.2. Пакетное распознавание
4.3. Вывод результатов распознавания
4.3.1. Разрез: один объект – много классов
4.3.2. Разрез: один класс – много объектов
4.4. Почтовая служба по распознаваемой выборке
4.5. Построение когнитивных функций влияния
4.6. Докодирование сочетаний признаков в распознаваемой выборке
4.7. Назначения объектов на классы (задача о назначениях)[12]
4.7.1. Задание ограничений на ресурсы по классам
4.7.2. Ввод затрат на объекты
4.7.3. Назначение объектов на классы (LC-алгоритм)
4.7.4. Сравнение эффективности LC и RND алгоритмов

5. Типология
5.1. Типологический анализ классов распознавания
5.1.1. Информационные (ранговые) портреты (классов)
5.1.2. Кластерный и конструктивный анализ классов
5.1.2.1 Расчет матрицы сходства образов классов
5.1.2.2. Генерация кластеров и конструктов классов
5.1.2.3. Просмотр и печать кластеров и конструктов
5.1.2.4. Автоматическое выполнение режимов: 1,2,3
5.1.2.5. Вывод 2d семантических сетей классов
5.1.3. Когнитивные диаграммы классов
5.2. Типологический анализ первичных признаков

[12] http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/04.pdf

5.2.1. Информационные (ранговые) портреты признаков
5.2.2. Кластерный и конструктивный анализ признаков
5.2.2.1. Расчет матрицы сходства образов признаков
5.2.2.2. Генерация кластеров и конструктов признаков
5.2.2.3. Просмотр и печать кластеров и конструктов
5.2.2.4. Автоматическое выполнение режимов: 1,2,3
5.2.2.5. Вывод 2d семантических сетей признаков
5.2.3. Когнитивные диаграммы признаков

6. СК-анализ СИМ
6.1. Оценка достоверности заполнения объектов
6.2. Измерение адекватности семантической информационной модели
6.3. Измерение независимости классов и признаков
6.4. Просмотр профилей классов и признаков
6.5. Графическое отображение нелокальных нейронов
6.6. Отображение Паретто-подмножеств нейронной сети
6.7. Классические и интегральные когнитивные карты
6.8. Восстановление значений функций по признакам аргумента[13]
6.8.1. Восстановление значений и визуализация 1d-функций
6.8.2. Восстановление значений и визуализация 2d-функций
6.8.3. Преобразование 2d-матрицы в 1d-таблицу с признаками точек
6.8.4. Объединение многих БД: Inp_001.dbf и т.д., в Inp_data.dbf
6.8.5. Помощь по подсистеме (требования к исходным данным)

7. Сервис
7.1. Генерация (сброс) БД
7.1.1. Все базы данных
7.1.2. НСИ
7.1.2.1. Всех баз данных НСИ
7.1.2.2. БД классов
7.1.2.3. БД первичных признаков
7.1.2.4. БД обобщенных признаков
7.1.3. Обучающая выборка
7.1.4. Распознаваемая выборка
7.1.5. Базы данных статистики
7.2. Переиндексация всех баз данных
7.3. Печать БД абсолютных частот
7.4. Печать БД условных процентных распределений СИМ-1 и СИМ-2
7.5. Печать БД информативностей СИМ-1 и СИМ-2
7.6. Интеллектуальная дескрипторная информационно–поисковая система
7.7. Копирование основных баз данных СИМ
7.8. Сделать текущей матрицу информативностей СИМ-1
7.9. Сделать текущей матрицу информативностей СИМ-2

[13] http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf

Структура и взаимодействие этих подсистем и режимов позволяют полностью реализовать все аспекты СК-анализа в удобной для пользователя форме. Обобщенной структуре соответствуют и структура управления и дерево диалога системы. Подробнее теоретическая концепция системы «Эйдос», ее подсистемы и режимы, реализуемые ей функции и операции, описаны в работах [3-190]. В данной монографии, в связи с ограниченностью ее объема, приводится лишь краткая характеристика некоторых из них.

1.1.3. Пользовательский интерфейс, технология разработки и эксплуатации приложений управления знаниями в системе "ЭЙДОС"

Не смотря на то, что данный раздел посвящен интерфейсу системы "Эйдос", видеограммы и экранные формы в нем не приводятся в связи с ограничениями на объем монографии, кроме того, они есть в работах [1-190]. В наименованиях разделов с описаниями подсистем и режимов системы "Эйдос" указаны коды реализуемых ими базовых когнитивных операций системного анализа (БКОСА) в соответствии с обобщенной схемой СК-анализа [7].

1.1.3.1. Начальный этап синтеза модели: когнитивная структуризация и формализация предметной области, подготовка исходных данных (подсистема "Словари") (БКОСА-1, БКОСА-2)

Подсистема "Словари" обеспечивает формализацию предметной области. Она реализует следующие режимы: классификационные шкалы и градации; описательные шкалы и градации; градации описательных шкал; иерархические уровни организации систем; автоматический ввод первичных признаков из текстовых файлов; ряд программных интерфейсов импорта данных из из внешних баз данных различных стандартов; почтовая служба по нормативно-справочной информации; печать анкеты.

Классификационные шкалы и градации (БКОСА-1.1)

Классификационные шкалы и градации предназначены для ввода справочника будущих состояний активного объекта управ-

ления – классов. Режим: "Классификационные шкалы и градации" обеспечивает ведение базы данных классификационных шкал и градаций классов: ввод; корректировку; удаление; распечатку (в текстовый файл); сортировку; поиск по базе данных.

Описательные шкалы и градации (БКОСА-1.2)

Описательные шкалы и градации предназначены для ввода справочников факторов, влияющих на поведение активного объекта управления – признаков. В этом режиме обеспечивается ввод, удаление, корректировка, копирование наименований описательных шкал и связанных с ними градаций. Характерной особенностью системы "Эйдос" является возможность использования неальтернативных градаций, которых может быть различное количество по различным шкалам (в широких пределах). Справочник позволяет работать непосредственно с градациями (с учетом связей со шкалами), видеть их общее количество, а также просматривать и распечатывать процентное распределение ответов респондентов по классам.

Уровни организации систем (уровни Вольфа Мерлина) являются независимым способом классификации классов и факторов, что позволяет легко создавать и анализировать различные их подмножества как сами по себе, так и в сопоставлении друг с другом. В.С.Мерлин предложил интегральную концепцию индивидуальности, в которой рассматривал взаимодействие и взаимообусловленность различных уровней свойств личности: от генетически предопределенных, до социально-обусловленных и отражающих сиюминутное состояние. В системе "Эйдос" предусмотрен аппарат, позволяющий классифицировать факторы таким образом, что становится возможным исследовать различные уровни их организации и взаимообусловленности. Уровни организации классов предназначены для классификации будущих состояний активного объекта управления, как целевых, так и нежелательных с точки зрения самого объекта управления и управляющей системы, а также различных вариантов сочетаний этих вариантов. Возможны и другие виды классификации.

Система "Эйдос" обеспечивает решение задач атрибуции анонимных и псевдонимных текстов (установления вероятного авторства), датировки текстов, определения их принадлежности к

определенным традициям, школам или течениям мысли. При этом различные структуры, из которых состоят тексты, рассматриваются как их атрибуты. В системе "Эйдос" реализован специальный режим, обеспечивающий автоматическое выявление и ввод этих атрибутов текстов непосредственно из текстовых файлов.

Технология работы в системе "Эйдос" текущей версии не предусматривает одновременной работы многих пользователей с одними и теми же базами данных в режиме корректировки записей. Поэтому возможна эффективная организация распределенной работы по многомашинной технологии без использования ЛВС. Для обеспечения необходимой тождественности справочников на различных компьютерах служит режим "Почтовая служба по НСИ".

Классификационные шкалы и градации в экономических, социально-психологических и политологических исследованиях часто представляют собой опросники (анкеты). Для их распечатки в файл (в поддиректорию "TXT") служит режим: "Печать анкеты". В системе "Эйдос" все текстовые и графические входные и выходные формы автоматически сохраняются в виде файлов, удобных для использования в различных приложениях под Windows.

Ввод-корректировка обучающей информации (БКОСА-2.1)

Данная подсистема обеспечивает ввод и корректировку обучающей выборки, управление ею, синтез и адаптацию модели на основе данных обучающей выборки, экспорт и импорт данных с других компьютеров.

Для ввода-корректировки обучающей выборки служит соответствующий режим, имеющий двухоконный интерфейс, позволяющий ввести в обучающую выборку двухвекторные описания объектов. Левое окно служит для ввода классификационной характеристики объекта. В этом окне каждому объекту соответствует одна строка с прокруткой. В правом окне вводится описательная характеристика объекта на языке признаков. Каждому объекту соответствует окно с прокруткой. Переход между окнами осуществляется по нажатию клавиши "TAB". Количество объектов в обучающей выборке не ограничено. Имеется практический опыт проведения расчетов с объемами обучающей выборки до

70000 объектов, суммарным количеством градаций описательных шкал до 4000 и количеством классов до 3900. Реализована также возможность автоматического формирования объектов обучающей выборки путем кодирования текстовых файлов.

В системе реализован ряд программных интерфейсов, обеспечивающих автоматическое формирование классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей выборки:

– импорт данных из файлов стандарта "Текст DOS";

– импорт данных из DBF-файлов, стандарта проф. А.Н.Лебедева;

– импорт данных из транспонированных DBF-файлов, стандарта профессора А.Н.Лебедева;

– генерация случайной модели;

– генерация учебной модели для исследования свойств натуральных чисел.

Управление составом обучающей информации (БКОСА-2.2)

Данный режим предназначен для управления обучающей выборкой путем параметрического задания подмножеств анкет для обработки, объединения классов, автоматического ремонта обучающей выборки ("ремонт или взвешивание данных"). Параметрическое выделение подмножества анкет для обработки может осуществляться логически и физически (рекомендуется 2-й вариант), это осуществляется путем сравнения с анкетой-маской. В ней задаются коды тех классов и признаков, которые обязательно должны присутствовать во всех анкетах обрабатываемого подмножества. Режим: "Статистическая характеристика обучающей выборки. Ручной ремонт" предназначен для выявления слабо представленных классов (по которым недостаточно данных) и объединения нескольких классов в один. При этом производится переформирование справочника классов и автоматическое перекодирование анкет обучающей выборки. *В режиме "Автоматический ремонт обучающей выборки (ремонт или взвешивание данных)" реализуется БКОСА-2.2:* задается частотное распределение объектов по категориям, характерное для генеральной совокупности (или другое), затем *автоматически осуществляется формирование последовательных подмножеств анкет обучаю-*

щей выборки (с увеличивающимся числом анкет), на каждом этапе максимально соответствующих заданному частотному распределению генеральной совокупности. При этом используется метод последовательных приближений по минимаксному критерию: максимизация корреляции и минимизация максимального отклонения. Система рекомендует оптимальное (по этим двум критериям) подмножество и позволяет исключить остальные анкеты из рассмотрения. При достижении минимакса можно говорить об обеспечении структурной репрезентативности [7].

1.1.3.2. Синтез модели: пакетное обучение системы распознавания (подсистема "Обучение") (БКОСА-3)

Данный режим обеспечивает: расчет матрицы абсолютных частот, поиск и исключение из дальнейшего анализа артефактов, расчет матрицы информативностей, расчет матрицы условных процентных распределений, пакетный режим автоматического выполнения вышеперечисленных 4-х режимов, а также исследовательский режим, обеспечивающий измерение скорости сходимости и семантической устойчивости сформированной содержательной информационной модели.

Расчет матрицы абсолютных частот (БКОСА-3.1.1)

В данном режиме осуществляется последовательное считывание всех анкет обучающей выборки и использование описаний объектов для формирования статистики встреч признаков в разрезе по классам. На экране в наглядной форме отображается стадия этого процесса, который может занимать значительное время при больших размерностях задачи и объеме обучающей выборки. Кроме того, на качественном уровне красным отображается заполнение матрицы абсолютных частот данными: классы соответствуют столбцам, а признаки – строкам. Поэтому значительная фрагментарность данных легко обнаруживается еще на этой стадии. Данный режим обеспечивает полную "развязку по данным" и *независимость времени исполнения процессов синтеза модели и ее анализа от объема обучающей выборки*. Кроме того, в данном режиме выявляются 4 типа формально-обнаружимых ошибок в исходных данных и по ним формируется файл отчета.

Исключение артефактов (робастная процедура) (БКОСА-3.1.2)

В данном режиме на основе исследования частотного распределения частот встреч признаков в матрице абсолютных частот, делаются выводы:

– об отсутствии статистики и невозможности обнаружения и исключения артефактов;

– о наличии статистики и возможности выявления артефактов (если частоты встреч признаков растут пропорционально объему обучающей выборки, то это нормально, артефактами считаются признаки, по которым эта закономерность нарушается).

На основе этих выводов рекомендуется частота, которая признается незначимой и характерной для артефактов и осуществляется переформирование баз данных с исключенными артефактами.

Расчет матриц информативностей (БКОСА-3.1.3, 3.2, 3.3)

В этом режиме непосредственно на основе матрицы абсолютных частот с применением системного обобщения формулы Харкевича, предложенного автором в рамках СТИ, рассчитывается матрица информативностей, определяются значимость признаков, степень сформированности обобщенных образов классов, а также обобщенный критерий сформированности модели Харкевича для всей матрицы информативностей в целом. На экране монитора наглядно отображается стадия выполнения процесса и структура заполнения матрицы информативностей значимыми данными (на качественном уровне). На основе матрицы абсолютных частот рассчитывается и матрица условных процентных распределений.

Автоматическое выполнение режимов 1-2-3-4. В данном пакетном режиме последовательно выполняются ранее перечисленные режимы обучения системы (кроме режима исключения артефактов).

Измерение сходимости и устойчивости модели

Для измерения сходимости и устойчивости модели СК-анализа задаются параметры, определяющие исследование скорости сходимости:

– порядок выборки анкет (физический, случайный, в порядке возрастания соответствия генеральной совокупности, в порядке убывания степени многообразия, вносимого анкетой в модель);

– количество и коды признаков, по которым исследуется сходимость модели;

– интервал сглаживания для расчета скользящей погрешности.

В данном режиме организован цикл по объектам обучающей выборки, в котором после учета каждой анкеты в матрице абсолютных частот перерассчитывается матрица информативностей и в отдельной базе данных запоминаются информативности для заданных признаков. Это позволяет измерять и графически отображать скорость сходимости и семантическую устойчивость модели. В работе [7] на примере прогнозирования фондового рынка, подробно рассматриваются вопросы сходимости и семантической устойчивости содержательной информационной модели.

Почтовая служба по обучающей информации обеспечивает экспорт и импорт баз данных обучающей выборки при решении задач в системе "Эйдос" по многомашинной технологии.

1.1.3.3. Оптимизация модели (подсистема "Оптимизация") (БКОСА-4)

В данной подсистеме реализовано несколько различных подходов к повышению адекватности модели: контролируемое существенное снижение размерности семантических пространств классов и атрибутов при несущественном уменьшении их объема без уменьшения адекватности модели; разделение классов на типичные и нетипичные части и друге, некоторые из которых кратко будут рассмотрены ниже.

Формирование ортонормированного базиса классов (БКОСА-4.2)

Формирование ортонормированного базиса классов реализуется с применением одного из трех итерационных алгоритмов оптимизации, относящиеся к методу последовательных приближений:

1) исключение из модели заданного количества наименее сформированных классов;

2) исключение заданного процента количества классов от оставшихся (адаптивный шаг);

3) исключение классов, вносящих заданный процент степени сформированности от оставшегося суммарного (адаптивный шаг).

Критерий остановки процесса последовательных приближений – срабатывание хотя бы одного из заданных ограничений:

а) достигнуто заданное минимальное количество классов в модели;

б) достигнута заданная полнота описания признака.

Прокрутка окна вправо позволяет просмотреть дополнительные характеристики, позволяющие оценить степень сформированности образов классов и ортонормированность пространства классов.

Исключение признаков с низкой селективной силой (БКОСА-4.1)

С этой целью реализовано три итерационных алгоритма оптимизации, относящиеся к методу последовательных приближений:

– путем исключения из модели заданного количества наименее значимых признаков;

– путем исключения заданного процента количества признаков от оставшихся (адаптивный шаг);

– путем исключения признаков, вносящих заданный процент значимости от оставшейся суммарной (адаптивный шаг).

Критерий остановки процесса исключения признаков с низкой селективной силой – срабатывание одного из заданных ограничений:

а) достигнуто заданное минимальное количество признаков в модели;

б) достигнуто заданное минимальное количество признаков на класс (полнота описания класса).

Удаление классов и признаков, по которым недостаточно данных

В данном режиме реализована возможность удаления из модели всех классов и признаков, по которым или вообще нет данных, или их недостаточно в соответствии с заданным критерием. Этот режим сходен с режимом выявления и исключения артефактов.

Разделение классов на типичную и нетипичные части

Если объекты, относящиеся к классу, обладают незначительной вариабельностью по признакам, то обобщенный образ класса получается четким и хорошо идентифицируемым, если же эта вариабельность высока, то он получается аморфным, расплывчатым и класс плохо идентифицируемым, в результате чего во втором случае объекты, в действительности принадлежащие к данному классу иногда не относятся системой к нему, т.е. рассматриваются как нетипичные. В данном режиме (_34) реализован эффективный итерационный алгоритм, в котором на основе этих нетипичных объектов создаются новые классы с тем же названием, что и исходный и с указанием номера итерации, на которой они созданы. В результате классы с высокой внутренней вариабельностью входящих в них объектов разбиваются на подклассы с низкой внутренней вариабельностью и достоверность модели быстро возрастает.

1.1.3.4. Верификация модели (оценка ее адекватности) (БКОСА-5)

Данный режим исполняется после синтеза модели. Верификация модели осуществляется путем копирования обучающей выборки в распознаваемую, пакетного распознавания и последующего анализа в режиме "Измерение валидности системы распознавания" подсистемы "Анализ". Он показывает средневзвешенную погрешность идентификации (интегральная валидность) и погрешность идентификации в разрезе по классам. При этом объект считается отнесенным к классу, с которым у него наибольшее сходство. Необходимо отметить, что остальные классы, находящиеся по уровню сходства на второй и последующих позициях *не учитываются*. Это обусловлено тем, что их учет привел бы к *завышению* оценки валидности модели.

Классы, по которым дифференциальная валидность неприемлемо низка считаются не сформированными. Причинами этого может быть очень высокая вариабельность объектов, отнесенных к данным классам (тогда имеет смысл разделить их на несколько), а также недостаток достоверной классификационной и описательной информации по этим классам (некорректная работа экспертов).

1.1.3.5. Эксплуатация приложения в режиме адаптации и периодического синтеза модели (БКОСА-7, БКОСА-9, БКОСА-10)

Идентификация и прогнозирование (подсистема "Распознавание") (БКОСА-7)

Данная подсистема реализует режимы ввода и корректировки распознаваемой выборки; пакетного распознавания; вывода результатов и межмашинного обмена данными. Ввод-корректировка распознаваемых анкет осуществляется в двухоконном интерфейсе: в левом окне показаны заголовки идентифицируемых объектов, в которых отображаются их коды и условные наименования, а в правом окне – описания объектов на языке признаков. В левом окне каждому объекту соответствует строка, а в правом – окно с прокруткой. Переход между окнами происходит по нажатию клавиши "TAB". В данном режиме каждая анкета распознаваемой выборки последовательно идентифицируется с каждым классом. Вывод результатов распознавания (идентификации и прогнозирования) возможен в двух разрезах:

а) информация о сходстве каждого объекта со всеми классами;

б) информация о сходстве каждого класса со всеми объектами.

Система генерирует обобщающий отчет по итогам идентификации, в котором в каждой строке дана информация о классе, с которым распознаваемый объект имеет наивысший уровень сходства (в процентах). Качество результата идентификации – это эвристическая оценка качества, учитывающая максимальную величину сходства, различие между первым и вторым классами по уровню сходства и в (меньшей степени) общий вид распреде-

ления классов по уровням сходства с данным объектом. Каждой строке обобщающего отчета соответствует карточка результатов идентификации (прогнозирования), которая по сути дела представляет собой результат разложения вектора объекта в ряд по векторам классов. Эти карточки распечатываются в файл с полными наименованиями классов и содержат классы, с уровнем сходства выше заданного.

Почтовая служба по распознаваемым анкетам обеспечивает запись на дискету распознаваемой выборки и считывание распознаваемой выборки с дискеты с добавлением к имеющейся на текущем компьютере. Этот режим служит для объединения информации по идентифицируемым объектам, введенной на различных компьютерах.

Подсистема "Типология" обеспечивает типологический анализ классов и признаков.

Типологический анализ классов включает: информационные (ранговые) портреты; кластерно-конструктивный и когнитивный анализ классов.

Информационные портреты классов (БКОСА-9.1)

Информационный портрет класса представляет собой список признаков в порядке убывания количества информации о принадлежности к данному классу. *Такой список представляет собой результат решения обратной задачи идентификации (прогнозирования).* Фильтрация (F6) позволяет выделить из информационного портрета класса диапазон признаков (по кодам или уровням Мерлина) и, таким образом, исследовать влияние заданных признаков на переход активного объекта управления в состояние, соответствующее данному классу.

Кластерный и конструктивный анализ классов обеспечивает: расчет матрицы сходства классов; генерацию кластеров и конструктов; просмотр и печать кластеров и конструктов; пакетный режим, обеспечивающий автоматическое выполнение первых трех режимов при установках параметров "по умолчанию"; визуализацию результатов кластерно-конструктивного анализа в форме семантических сетей и когнитивных диаграмм.

Расчет матрицы сходства эталонов классов (БКОСА-10.1.1)

В данном режиме непосредственно на основе оптимизированной матрицы информативностей рассчитывается матрица сходства классов. На экране в наглядной форме отображается информация о текущей стадии выполнения этого процесса.

Генерация кластеров и конструктов классов (БКОСА-10.1.2)

В данном режиме пользователем задаются параметры для генерации кластеров и конструктов классов, позволяющие исключить из форм центральную часть конструктов (оставить только полюса), а также сформировать кластеры и конструкты для заданных (кодами или уровнями Мерлина) подматриц. В данном режиме обеспечивается отображение отчета по конструктам и вывод его в виде текстового файла. Реализован режим быстрого поиска заданного конструкта и быстрый выход на него по заданному классу.

Автоматическое выполнение режимов 1-2-3

В данном пакетном режиме автоматически выполняются вышеперечисленные 3 режима с параметрами "по умолчанию". Выполнение пакетного режима целесообразно в самом начале проведения типологического анализа для общей оценки его результатов. Более детальные результаты получаются при выполнении отдельных режимов с конкретными значениями параметров.

Вывод 2d-семантических сетей классов (БКОСА-10.1.3)

В данном режиме пользователем в диалоге с системой "Эйдос" задаются коды от 3 до 12 классов (ограничение связано с тем, что больше классов не помещается на мониторе при используемом разрешении), а затем на основе данных матрицы сходства классов отображается ориентированный граф, в вершинах которого находятся классы, а ребра соответствуют знаку (красный – "+", синий – "-") и величине (толщина линии) сходства/различия между ними. Посередине каждой линии уровень сходства/различия соответствующих классов отображается в числовой

форме (в процентах). Такие графы в данной работе называются 2d-семантическими сетями классов (2d означает "двухмерные").

Когнитивные диаграммы классов (БКОСА-10.3.1, 10.3.2)

В системе "Эйдос" реализован двухоконный интерфейс ввода задания на формирование когнитивных диаграмм и пример такой диаграммы. Переход между окнами осуществляется по клавише "TAB", выбор класса для когнитивной диаграммы – по нажатию клавиши "Enter". В верхней левой части верхнего окна отображаются коды выбранных классов. Генерация и вывод когнитивной диаграммы для заданных классов выполняется по нажатию клавиши F5. Отображаемые диаграммы всегда записываются в виде графических файлов в соответствующие поддиректории. Имеются также пакетные режимы генерации диаграмм: генерацию когнитивных диаграмм для полюсов конструктов (F6), генерация всех возможных когнитивных диаграмм (F7), а также генерация диаграмм Вольфа Мерлина (F8). При задании всех этих режимов имеется возможность задания большого количества параметров, определяющих вид диаграмм и содержание отображаемой на них информации.

Типологический анализ атрибутов обеспечивает: формирование и отображение семантических портретов атрибутов (признаков), а также кластерно-конструктивный и когнитивный анализ атрибутов.

Семантические портреты атрибутов (БКОСА-9.2)

В данном режиме обеспечивается формирование семантического портрета заданного признака и его отображение в текстовой и графической формах. Окно для просмотра текстового отчета имеет прокрутку вправо, что позволяет отобразить количественные характеристики. Графическая диаграмма выводится по нажатию клавиши F5, и может быть непосредственно распечатана или записана в виде графического файла в соответствующую поддиректорию.

Кластерный и конструктивный анализ атрибутов обеспечивает: расчет матрицы сходства признаков; генерация кластеров и конструктов признаков: просмотр и печать результатов кластерно-конструктивного анализа; автоматическое выполнение

перечисленных режимов; отображение результатов кластерно-конструктивного анализа в форме семантических сетей и когнитивных диаграмм.

Расчет матрицы сходства атрибутов (БКОСА-10.2.1)

Стадия выполнения расчета матрицы сходства признаков наглядно отображается на мониторе.

Генерация кластеров и конструктов атрибутов (БКОСА-10.2.2)

В данном режиме имеется возможность задания ряда параметров, детально определяющих обрабатываемые данные и форму вывода результатов анализа и отображаются результаты кластерно-конструктивного анализа. Имеются также многочисленные возможности манипулирования данными (различные варианты поиска, сортировки и фильтрации).

Автоматическое выполнение режимов 1-2-3. Автоматически реализуются три вышеперечисленные режима.

Вывод 2d-семантических сетей атрибутов (БКОСА-10.2.3)

Результаты кластерно-конструктивного анализа признаков отображаются для заданных признаков в наглядной графической форме семантических сетей.

Когнитивные диаграммы атрибутов (БКОСА-10.4.1, 10.4.2)

Это новый вид когнитивных диаграмм, не встречающийся в литературе. Частным случаем этих диаграмм являются инвертированные диаграммы Вольфа Мерлина (терм. авт.). При их генерации имеется возможность задания ряда параметров, определяющих обрабатываемые данные и форму отображения результатов.

В подсистеме "Анализ" реализованы режимы:

– оценки анкет по шкале лживости;

– измерения внутренней интегральной и дифференциальной валидности модели;

– измерения независимости классов и признаков (стандартный анализ χ^2);

– генерации большого количества разнообразных 2d & 3d графических форм на основе данных матриц абсолютных частот, условных процентных распределений и информативностей (2d & 3d означает: "двухмерные и трехмерные");

– генерации и графического отображения нелокальных нейронов, нейронных сетей, классических и интегральных когнитивных карт.

Оценка достоверности заполнения анкет

В данном режиме исследуются корреляции между ответами в каждой анкете, эти корреляции сравниваются с выявленными на основе всей обучающей выборки и все анкеты ранжируются в порядке уменьшения типичности обнаруженных в них корреляций. Считается, что если корреляции в анкете соответствуют "среднестатистическим", которые принимаются за "норму", то анкета отражает обнаруженные макрозакономерности, если же нет, то возникает подозрение в том, что она заполнена некорректно.

В режиме "Измерение независимости объектов и признаков" реализован стандартный анализ χ^2, а также рассчитываются коэффициенты Пирсона, Чупрова и Крамера, популярные в экономических, социологических и политологических исследованиях. В системе задание на расчет матриц сопряженности вводится в специальный бланк, который служит также для отображения обобщающих результатов расчетов. На основе этого задания рассчитываются и записываются в форме текстовых файлов одномерные и двумерные матрицы сопряженности для заданных подматриц.

В отличие от матриц сопряженности, выводимых в известной системе SPSS, здесь они выводятся ***с текстовыми пояснениями*** *на том языке, на котором сформированы классификационные и описательные шкалы*, ***с констатацией*** *того, обнаружена ли статистически-значимая связь на заданном уровне значимости*. Необходимо также отметить, что в системе "Эйдос" не используются табулированные теоретические значения критерия χ^2 для различных степеней свободы, а необходимые теоретические зна-

чения ***непосредственно рассчитываются системой, причем со значительно большей точностью, чем они приведены в таблицах*** (при этом численно берется обратный интеграл вероятностей).

Режим "Просмотр профилей классов и признаков". Система "Эйдос" текущей версии 12.5 позволяет генерировать и выводить более 54 различных ***видов*** 2d & 3d графических форм, каждая из которых выводится в форме, определяемой задаваемыми в диалоге параметрами.

Подсистема "Сервис". Реальная эксплуатация ни одной программной системы невозможна либо без тщательного сопровождения эксплуатации и без наличия в системе ***развитых средств обеспечения надежности эксплуатации***. В системе "Эйдос" для этого служит подсистема "Сервис" в которой:

– автоматически ведется архивирование баз данных;

– создаются отсутствующие базы данных и индексные массивы;

– распечатываются в текстовые файлы служебные формы, являющиеся основой содержательной информационной модели (базы абсолютных частот, условных процентных распределений и информативностей).

В подсистему "Сервис" входит также интеллектуальная дескрипторная информационно-поисковая система, автоматически генерирующая нечеткие дескрипторы и имеющая интерфейс нечетких запросов на любом естественном языке, использующем кириллицу или латиницу (т.е. не только русском). Отчет по результатам запроса содержит информационные объекты базы данных системы, ранжированные в порядке уменьшения степени соответствия запросу.

1.1.4. Технические характеристики и обеспечение эксплуатации системы "ЭЙДОС" (версии 12.5)

1.1.4.1. Состав системы "Эйдос": базовая система, системы окружения и программные интерфейсы импорта данных

Система "Эйдос" (текущей версии 12.5) включает базовую систему (система "Эйдос" в узком смысле слова), три системы окружения, а также ряд программных интерфейсов с внешними источниками данных:

– систему анализа и прогнозирования ситуация на фондовом рынке "Эйдос-фонд", разработанную совместно с Б.Х.Шульман;

– систему комплексного психологического тестирования "Эйдос-Ψ", созданную совместно с С.Д.Некрасовым;

– систему типизации и идентификации социального статуса респондентов по их астрономическим показателями на момент рождения "Эйдос-астра", разработанную совместно с А.П.Труневым и В.Н.Шашиным.

Системы окружения представляют собой развитие программные интерфейсы базовой системы "Эйдос" с внешними базами данных психологических тестов, биржевыми базами данных и базами данных социологической информации соответственно, а также выполняют ряд самостоятельных функций по предварительной обработке информации, визуализации результатов анализа и т.д. Кроме того, в саму базовую систему "Эйдос" включены программные интерфейсы, обеспечивающие формализацию предметной области и импорт данных из внешних источников данных различных стандартов (текстовых файлов и баз данных).

1.1.4.2. Отличия системы "Эйдос" от аналогов: экспертных и статистических систем

От экспертных систем система "Эйдос" отличается тремя очень важными свойствами.

1. Первое различие связано с источником знаний и способом их получения. Для ее обучения системы «Эйдос» от экспертов требуется лишь само их решение о принадлежности того или иного объекта или его состояния к определенному классу, а не формулирование правил (продукций) или весовых коэффициентов, позволяющих прийти к такому решению (система генерирует их сама, т.е. автоматически на основе эмпирических данных). Дело в том, что часто эксперт не может или по различным причинам не хочет вербализовать, тем более формализовать свои способы принятия решений. Система "Эйдос" генерирует обобщенную таблицу решений непосредственно на основе эмпирических данных (которые могут быть очень большой размерности, зашумленными и фрагментированными).

2. Второе различие касается типа логики, используемой при формализации знаний и способа представлении знаний в базах знаний систем. Продукции в экспертных системах основаны на логике Аристотеля и имеют два значения истинности: «Истина», «Ложь». Такие продукции могут быть выражены в виде предложений логического следования (импликаций) типа: «Если объект обладает признаком А, то он принадлежит группе В» и приводят к логическому клинчу (останову машины логического вывода), если они противоречат друг другу. В системе «Эйдос» продукции являются нечеткими и имеют расчетную (на основе эмпирических данных степень) истинности и могут быть в выражены в виде правдоподобных рассуждений типа: «Если объект обладает признаком А, то в этом факте содержится такое-то количество информации о его принадлежности или непринадлежности к группе В». Правдоподобные высказывания не могут полностью противоречить друг другу и на их основе всегда возможно получить итоговое правдоподобное высказывание вида: «Если объект обладает признаками {A1, A2, A3, An}, то в этой системе фактов содержится такое-то количество информации о его принадлежности или непринадлежности к группе В». В аппарате логического вывода системы «Эйдос» логический клинч невозможен в принципе.

3. Третье различие касается размерностей создаваемых моделей. Максимальное количество классических продукций с двумя вариантами истинности: .T., .F. по литературным данным (http://itmu.vsuet.ru/Posobija/Predstavlenie_znan/htm/2_t.htm) для обычных экспертных систем составляет не более 1000, а профессиональных – 10000. Система Эйдос-Х++ позволяет моделировать поведение сложных объектов, включающих сотни тысяч будущих состояний и сотни тысяч значений факторов и база знаний при этом может включать более 10 миллиардов нечетких продукций с расчетной на основе эмпирических данных степенью истинности, что в миллион или даже 10 миллионов (!) раз больше, чем у экспертных систем. Время создания такой базы на современном персональном компьютере с процессором I7 на обычном винчестере составляет около 30 минут и она имеет размер около 240 Гб. Таким образом, ранее существовавшие ограничения на размерность модели и размеры баз данных полностью преодоле-

ны в системе Эйдос-Х++, в чем и состоит одна из причин ее разработки. В настоящее время ограничение на размерность баз данных системе Эйдос-Х++ накладываются только емкостью внешней памяти и вычислительной мощностью компьютера.

От систем статистической обработки информации система "Эйдос" отличается прежде всего своими целями, которые состоят в следующем: формирование обобщенных образов исследуемых классов распознавания и признаков по данным обучающей выборки (т.е. обучение); исключение из системы признаков тех из них, которые оказались наименее ценными для решения задач системы; вывод информации по обобщенным образам классов распознавания и признаков в удобной для восприятия и анализа текстовой и графической форме (информационные или ранговые портреты); сравнение распознаваемых формальных описаний объектов с обобщенными образами классов распознавания (распознавание); сравнение обобщенных образов классов распознавания и признаков друг с другом (кластерно-конструктивный анализ); расчет частотных распределений классов распознавания и признаков, а также двумерных матриц сопряженности на основе критерия $\chi 2$ и коэффициентов Пирсона, Чупрова и Крамера; результаты кластерно-конструктивного и информационного анализа выводятся в форме семантических сетей и когнитивных диаграмм. Система "Эйдос" в универсальной форме автоматизирует базовые когнитивные операции системного анализа, т.е. является инструментарием СК-анализа. Таким образом, система "Эйдос" выполняет за исследователя-аналитика ту работу, которую при использовании систем статистической обработки ему приходится выполнять вручную, что чаще всего просто невозможно при реальных размерностях данных. Поэтому система "Эйдос" и называется универсальной когнитивной аналитической системой.

1.1.4.3. Некоторые количественные характеристики системы "Эйдос"

Система "Эйдос" обеспечивает генерацию и запись в виде файлов более 64 видов 2d & 3d графических форм и 50 видов текстовых форм.

При применении системы в самых различных предметных областях обеспечивается достоверность распознавания обучающей выборки: на уровне 90% (интегральная валидность), которая существенно повышается после Парето-оптимизации системы признаков (т.е. после исключения признаков с низкой селективной силой), удаления из модели артефактов, а также классов и признаков, по которым недостаточно данных, разделения классов на типичные и нетипичные части. Система "Эйдос" версии 12.5 обеспечивает синтез модели, включающей десятки тысяч классов и признаков при неограниченном объеме обучающей выборки, причем признаки могут быть не только качественные (да/нет), но и количественные, т.е. числовые. В некоторых режимах анализа модели имеются ограничения на ее размерность, которые на данном этапе преодолеваются путем снижения размерности модели. Реализована возможность разработки супертестов, в том числе интеграции стандартных тестов в свою среду, (при этом не играет роли известны ли методики интерпретации, т.е. "ключи" этих тестов). В системе имеется научная графика, обеспечивающая высокую степень наглядности, а также естественный словесный интерфейс при обучении Системы и запросах на распознавание.

Исходные тексты системы "Эйдос" и систем окружения "Эйдос-Ψ", "Эйдос-фонд" и «Эйдос-астра» в формате "Текст-DOS" имеют объем около 2.5 Мб; их распечатка 6-м шрифтом составляет около 800 страниц.

1.1.4.4. Обеспечение эксплуатации системы "Эйдос"

Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" представляет собой программную систему, и для ее эксплуатации, как и для эксплуатации любой программной системы, необходима определенная инфраструктура. Без инфраструктуры эксплуатации любая программная система остается лишь файлом, записанным на винчестере. В зависимости от масштабности решаемых задач управления и специфики предметной области данная структура может быть как довольно малочисленной, так и более развитой. Однако в любом случае ее основные функциональные и структурные характеристики остаются примерно од-

ними и теми же. Кратко рассмотрим эту инфраструктуру на примере гипотетической организации, производящей определенные виды продукции.

Основная цель: обеспечивать информационную и аналитическую поддержку деятельности организации, направленную на производство запланированного объема продукции заданного качества, достижение высокой эффективности управления и устойчивого поступательного развития.

Данная основная цель предполагает выполнение информационных и аналитических работ с различными объектами деятельности, находящимися на различных структурных уровнях как самой организации, так и ее окружения: персональный уровень; уровень коллективов (подразделений); уровень организации в целом; окружающая среда (непосредственное, региональное, международное окружение). Для достижения основной цели для каждого класса объектов должны регулярно выполняться следующие работы: оценка (идентификация) текущего состояния с накоплением данных (мониторинг); прогнозирование развития (оперативное, тактическое и стратегическое); выработка рекомендаций по управлению. *Необходимо особо подчеркнуть, что основная цель может быть достигнута только при условии соблюдения вполне определенной наукоемкой технологии, основы которой изложены в данном исследовании.*

Задачи, решаемые для достижения цели работы:

1. Мониторинг: оценка и идентификация текущего (фактического, актуального) состояния объекта управления; накопление данных идентификации в базах данных в течение длительного времени.

2. Анализ: выявление причинно-следственных зависимостей путем анализа данных мониторинга.

3. Прогнозирование: оперативное, тактическое и стратегическое прогнозирование развития объекта управления и окружающей среды путем использования закономерностей, выявленных на этапе анализа данных мониторинга.

4. Управление: анализ взаимодействия объекта управления с окружающей средой и выработка рекомендаций по управлению.

Таким образом, по мнению автора, ***управление является высшей, существующей на данный момент формой обработки информации***.

Для достижения основной цели и решения задач управления необходимо выполнять работы по следующим направлениям: регулярное получение исходной информации о состоянии объекта управления; обработка исходной информации на компьютерах; анализ обработанной информации, прогнозирование развития объекта управления, выработка рекомендаций по оказанию управляющих воздействий на объект управления; разработка и применение (или предоставление рекомендаций заказчикам) различных методов оказания управляющих воздействий на объект управления.

Для этого необходима определенная организационная структура: ***научно-методический отдел*** включает: научно-методический сектор; сектор разработки программного обеспечения; сектор внедрения и сопровождения программного обеспечения; сектор организационного и юридического обеспечения; ***отдел мониторинга***: сектор исследования объекта управления; сектор по работе с независимыми экспертами; сектор по взаимодействию с поставляющими информацию организациями; сектор по анализу информации общего пользования; ***отдел обработки информации***: сектор ввода исходной информации (операторы); сектор сетевых технологий и Internet; сектор внедрения, эксплуатации и сопровождения программных систем; сектор технического обслуживания компьютерной техники; сектор ведения архивов баз данных по проведенным исследованиям; ***аналитический отдел*** имеет структуру, обеспечивающую компетентный профессиональный анализ результатов обработки данных мониторинга по объектам, которые приняты для контроля и управления.

Для выполнения работ по этим направлениям необходимо определенное обеспечение деятельности: техническое, программное, информационное, организационное, юридическое и кадровое. Детально подобная структура и виды обеспечения ее деятельности описаны в работе [4].

1.1.5. АСК-анализ, как технология синтеза и эксплуатации рефлексивных АСУ активными объектами

Применение АСК-анализа обеспечивает выявление информационных зависимостей между факторами различной природы и будущими состояниями объекта управления, т.е. позволяет осуществить синтез содержательной информационной модели, а фактически – осуществить синтез АСУ. Применение АСК-анализа в составе АСУ обеспечивает ее эксплуатацию в режиме непрерывной адаптации модели (на детерминистских этапах), а когда это необходимо (т.е. после прохождения точек бифуркации) – и ее нового синтеза.

Ниже приведена технология системы "Эйдос" как инструментария АСК-анализа:

Шаг 1–й: формализация предметной области (БКОСА-1): разработка описательных и классификационных шкал и градаций, необходимых для формализованного описания предметной области. Описательные шкалы описывают факторы различной природы, влияющие на поведение активных объектов управления (АОУ), а классификационные – все его будущие состояния, в том числе целевые.

Шаг 2–й: формирование обучающей выборки (БКОСА-2): информация о состоянии среды и объекта управления, а также вариантах управляющих воздействий поступает на вход системы. Работа по преобразованию этой информации в формализованный вид (т.е. кодирование) осуществляется специалистами, обслуживающими систему с использованием описательных и классификационных шкал. Вся эта информация представляется в виде специальных кодированных бланков, используемых также для ввода информации в компьютер. В результате ее формируется так называемая "обучающая выборка".

Шаг 3–й: обучение (БКОСА-3): обучающая выборка обрабатывается обучающим алгоритмом, на основе чего им формируются решающие правила (обобщенные образы состояний АОУ, отражающие весь спектр будущих возможных состояний объекта управления) и определяется ценность факторов для решения задач подсистем идентификации, мониторинга, прогнозирования и выработки управляющих воздействий.

Шаг 4–й: оптимизация (БКОСА-4): факторы, не имеющие особой прогностической ценности, корректным способом удаляются из системы. Данный процесс осуществляется с помощью итерационных алгоритмов, при этом обеспечивается выполнение ряда ограничений, таких как результирующая размерность пространства факторов, его информационная избыточность и т.п.

Шаг 5–й: верификация модели (БКОСА-5): выполняется после каждой адаптации или пересинтеза модели. На этом шаге обучающая выборка копируется в распознаваемую и осуществляется ее автоматическая классификация (в режиме распознавания). Затем рассчитываются так называемые внутренняя дифференциальная и интегральная валидности, характеризующие качество решающих правил.

Шаг-6: принятие решения об эксплуатации модели или ее пересинтезе. Если результаты верификации модели удовлетворяют разработчиков рефлексивной АСУ активными объектами (РАСУ АО), то она переводится из пилотного (экспериментального) режима, при котором управляющие решения генерировались, но не исполнялись, в режим экспериментальной эксплуатации, а затем и опытно–производственной эксплуатации, когда они реально начинают использоваться для управления. Иначе, т.е. если же модель признана недостаточно адекватной, то необходимо осуществить ее пересинтез, начиная с шага 1. При этом используются следующие приемы: расширение набора факторов, т.к. значимые факторы могли не войти в модель; увеличение объема обучающей выборки, т.к. существенные примеры могли не войти в обучающую выборку; исключение артефактов, т.к. в модель могли вкрасться существенно искажающие ее не подтверждающиеся данные; пересмотр экспертных оценок и, если необходимость этого возникает систематически, то и переформирование экспертного совета, т.к. причиной этого могла быть некомпетентность экспертов; объединение некоторых классы, т.к. по ним недостаточно данных; разделение некоторых классов, т.к. по ним слишком высокая вариабельность объектов по признакам, и т.д.

Шаг 7-й: идентификация и прогнозирование состояния АОУ (БКОСА-7).

Шаг 8-й: оценка качества идентификации состояния АОУ. Если качество идентификации высокое, то состояние АОУ рас-

сматривается как типовое, а значит, причинно-следственные взаимосвязи между факторами и будущими состояниями данного объекта управления считаются адекватно отраженными в модели и известными (т.е. если качество идентификации высокое, то считается, что объект относится к генеральной совокупности, по отношению к которой обучающая выборка репрезентативна). Поэтому в этом случае осуществляется переход на Шаг-9 (выработка управляющего воздействия и последующий анализ). Иначе – считается, что на вход системы идентификации попал объект, не относящийся к генеральной совокупности, адекватно представленной обучающей выборкой. Поэтому в этом случае информация о нем поступает на Шаг-13, начиная с которого запускается процедура пересинтеза модели, что приводит к расширению генеральной совокупности, представленной обучающей выборкой.

Шаг 9-й: выработка решения об управляющем воздействии (БКОСА-9) путем решения обратной задачи прогнозирования [7].

Шаг 10–й типологический анализ классов и факторов (БКОСА-10): кластерно-конструктивный и когнитивный анализ, семантические сети, когнитивные диаграммы состояний АОУ и факторов [7].

Шаг 11-й: многофакторное планирование и принятие решения о применении системы управляющих факторов (БКОСА-11).

Шаг 12-й: оценка адекватности принятого решения об управляющих воздействиях: если АОУ перешел в заданное целевое состояние, то осуществляется переход на вход адаптации содержательной информационной модели (Шаг-2): в подсистеме идентификации предусмотрен режим дополнения распознаваемой выборки к обучающей, чтобы в последующем, когда станут известны результаты управления, этой верифицированной (т.е. достоверной) оценочной информацией дополнить обучающую выборку и переформировать решающие правила (обучающая обратная связь). Иначе, т.е. если АОУ не перешел в заданное целевое состояние, переход на вход пересинтеза модели (Шаг-1), при этом могут быть изменены и описательные, и классификационные (оценочные) шкалы, что позволяет качественно расширить сферу адекватного функционирования РАСУ АО.

Шаг 13–й (неформализованный поиск нетипового решения об управляющем воздействии и подготовка данных для пересин-

теза модели, как в случае, если решения оказалось удачным, так и в противном случае).

Таким образом, предложена технология применения системы "Эйдос" как инструментария применения АСК-анализа, основанного на системной теории информации, ориентированной на синтез рефлексивных АСУ АО. В процессе эксплуатации системы "Эйдос" успешно решаются все задачи АСК-анализа: формирование обобщенных образов состояний АОУ на основе обучающей выборки (обучение); идентификация состояний АОУ на основе его параметров (распознавание); определение влияния входных параметров на перевод АОУ в различные будущие состояния (обратная задача прогнозирования); прогнозирование поведения АОУ в условиях полного отсутствия управляющих воздействий; прогнозирование поведения АОУ при различных вариантах многофакторных управляющих воздействий.

Кроме того, выявленные в результате работы рефлексивной АСУ причинно-следственные зависимости между факторами различной природы и будущими состояниями объекта управления позволяют, при условии неизменности этих закономерностей в течение достаточно длительного времени, построить АСУ с постоянной моделью классического типа.

1.1.6. Перспективы развития системы «Эйдос»

Основную перспективу развития Универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» автор видит в разработке многоязычной (прежде всего русской и английской) Internet версии (***система «Эйдос-net»),*** работающей в локальной сети Host-компьютера (на кластере), к которой был бы обеспечен доступ с любого компьютера, находящегося в Internet.

Основные отличия системы «Эйдос-net» от локальной версии состоят в наличии диспетчера приложений и нескольких уровней авторизации пользователей. Предполагается также пересмотреть структуру диалога системы, а также снять ограничения на размерности обрабатываемых моделей, имеющиеся в текущей вер-

сии. Подробнее перспективы развития СК-анализа и системы «Эйдос» описаны в 7-й главе работы [7][14].

Диспетчер приложений обеспечивает создание или выбор текущего приложения в пределах компетенции пользователя, определяемого уровнем авторизации. Предполагается несколько уровней ***авторизации*** (таблица 1):

Таблица 1 – Уровни авторизации и права пользователей системы «Эйдос-net»

№	Статус пользователя	Права пользователя	Источник полномочий
1	Администратор приложения	Создание и удаление своих приложений и в них пересинтез моделей; решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений; исследование СИМ	Модератор: автор сайта – системы «Эйдос-net»
2	Специалист	Адаптация моделей, в которых он авторизован, решение в них задач прогнозирования и поддержки принятия решений	Модериратор: администратор приложения
3	Пользователь	Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений в приложениях, в которых он авторизован администратор приложения	Модериратор: администратор приложения
4	Ученик	Просмотр системы меню и публикаций по системе, возможность осваивать лабораторные работы	Немодерируемый доступ

В настоящее время автор работает над реализацией этого проекта.

Но необходимо отметить, что и сегодня имеется техническая возможность:

– *одновременной* интерактивной on-line *демонстрации* текущей «локальной» версии системы «Эйдос» на любом количестве компьютеров, подключенных к Internet;

– удаленной инсталляции системы «Эйдос» для дальнейшего использования на этих удаленных компьютерах;

[14] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/7.htm

– удаленного использования системы «Эйдос» на любых компьютерах, на которых она проинсталлирована.

Для обеспечения всех этих возможностей может быть использована, например, программа TeamViewer (http://www.teamviewer.com/). Эта программа, в отличие от RemoteAdmin (Radmin) и NetOP, обеспечивает доступ к удаленным компьютерам, в т.ч. и не имеющим внешних IP-адресов и находящимся за брандмауэром, прокси-сервером и другими аппаратными и программными экранами.

В режиме демонстрации на удаленных компьютерах отображается рабочий стол главного компьютера, с которого осуществляется демонстрация, и изображение с его монитора, но *нет никакого другого доступа к этим удаленным компьютерам*. При этом с главного компьютера есть возможность аудио- и видеообщения с аудиторией около удаленных компьютеров, т.е. можно комментировать презентацию, а также слышать вопросы слушателей и отвечать на них, т.е. автор может вести дистанционное ***преподавание*** с целью освоения системы «Эйдос», например, по лекционным и лабораторным курсам. Удаленную инсталляцию системы «Эйдос» для дальнейшего использования на удаленных компьютерах осуществляет автор. Удаленное использование системы «Эйдос» на любых компьютерах, на которых она проинсталлирована, осуществляют те, кому автором предоставлено такое право.

1.1.7. Выводы

1. Создан программный и методический инструментарий СК-анализа – Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос", рядом Свидетельств РосПатента РФ.

2. Система "Эйдос" на базе формализуемой когнитивной концепции успешно реализует предложенную семантическую информационную модель и алгоритмы базовых когнитивных операций системного анализа, и, таким образом, является специальным программным инструментарием для синтеза и эксплуатации приложений управления знаниями. С*истема "Эйдос" является эффективным инструментарием СК-анализа.* В функциях

и структуре системы "Эйдос" нашли воплощение фундаментальные закономерности познания, связанные с функциональной асимметрией мозга и знаковых систем [4].

3. Технология синтеза и эксплуатации приложений системы "Эйдос", видеограммы ее пользовательского интерфейса и технические характеристики (текущая версия системы "Эйдос-12.5" позволяет обрабатывать десятки тысяч будущих состояний активных объектов управления и градаций факторов).

4. Технология разработки приложения управления знаниями в системе "Эйдос" включает: когнитивную структуризацию и формализацию предметной области (подсистема "Словари"); синтез модели (подсистема "Обучение"); оптимизацию модели (подсистема "Оптимизация"); верификацию модели (оценка степени адекватности, скорости сходимости и семантической устойчивости модели).

5. Технология эксплуатации приложения системы "Эйдос" в режиме адаптации и синтеза модели включает: идентификацию и прогнозирование (подсистема "Распознавание"); кластерно-конструктивный, семантический и когнитивный анализ (подсистема "Типология"); анализ достоверности, валидности, независимости (подсистема "Анализ"); средства и инструменты обеспечения надежности эксплуатации (подсистема "Сервис").

5. Система "Эйдос" является большой системой. Листинг ее исходных текстов (вместе с системами окружения "Эйдос-фонд", "Эйдос-Ψ" и «Эйдомс-астра») 6-м шрифтом составляет около 800 страниц, в процессе работы система оперирует десятками баз данных (около 70).

6. Разработана инфраструктура применения системы "Эйдос", детализированы организационные, юридические, экономические, технические и другие аспекты информационной технологии применения данной системы для решения задач синтеза рефлексивных АСУ активными объектами и эксплуатации этих АСУ в режиме адаптации и периодического синтеза модели.

7. Разработана технология синтеза рефлексивных АСУ активными объектами и методики ее применения в конкретных предметных областях. Предложено рассматривать алгоритм СК-анализа, как алгоритм синтеза рефлексивных АСУ активными, а

сам СК-анализ, как технологию синтеза рефлексивных АСУ активными объектами и их эксплуатации в режиме адаптации и периодического синтеза модели:

шаг 1–й: формализация предметной области (БКОСА-1);

шаг 2–й: формирование обучающей выборки (БКОСА-2);

шаг 3–й: обучение (БКОСА-3);

шаг 4–й: оптимизация (БКОСА-4);

шаг 5–й: верификация модели (БКОСА-5);

шаг 6-й: принятие решения об эксплуатации модели или ее пересинтезе;

шаг 7-й: идентификация и прогнозирование состояния АОУ (БКОСА-7);

шаг 8-й: оценка качества идентификации состояния АОУ;

шаг 9-й: выработка решения об управляющем воздействии (БКОСА-9);

шаг 10–й: типологический анализ классов и факторов (БКОСА-10);

шаг 11-й: многофакторное планирование и принятие решения о применении системы управляющих факторов (БКОСА-11);

шаг 12-й: оценка адекватности принятого решения об управляющих воздействиях;

шаг 13–й: (неформализованный поиск нетипового решения об управляющем воздействии и подготовка данных для пересинтеза модели, причем как в случае, если решение оказалось удачным, так и в противном случае).

Постановка и программная реализация системы «Эйдос» универсальна, т.е. не зависит от предметной области, потому она может быть эффективно применена в самых различных предметных областях.

1.2. Система окружения «Эйдос-фонд»

Данный раздел написан на основе материалов работы [7].

В 1993-1994 годах, автором совместно с Б.Х.Шульман (США) были проведены исследования Российского фондового рынка. При этом были применены предложенные технологии и специальный программный инструментарий АСК-анализа – базо-

вая система "Эйдос" и специально созданная система окружения "Эйдос-фонд" (рисунок 1).

Рисунок 1. Титульная видеограмма системы окружения "Эйдос-фонд"

Было разработано несколько вариантов приложений для различных сегментов фондового рынка и с различной детализацией прогнозов. В том числе впервые прогнозировался не только курс, но и сценарий его имзенения в течение дня. В дальнейшем данная разработка была усовершенствована (усилены графические возможности анализа данных), разработаны исследовательские режимы и др.

1.3. Система окружения «Эйдос-Ψ»

Описание системы окружения «Эйдос-Ψ» дается на основе работы [4].

Работы автора над созданием современных компьютерных Ψ-технологий, обеспечивающих управляемый перевод человека в оптимальные формы сознания, начались в 1979 году [7]. Эти работы были инициированы необходимостью решения ряда проблем, некоторые из которых освещаются ниже.

Первая группа проблем связана с необходимостью получения комплексной картины предметной области с помощью узкоориентированного, т.е. специализированного психометрического инструментария.

В настоящее время психологи-практики все чаще обращаются к комплексному психологическому тестированию. Основная причина этого очевидна: каждый из стандартных психологических тестов или опросников позволяют исследовать лишь какой-либо один из уровней или аспектов личности, или достаточно узкий их спектр, тогда как основной интерес представляет именно получение и исследование целостной картины, которая определяется характером взаимосвязей разноуровневых свойств личности.

Например, самоактуализационный тест (САТ) измеряет прежде всего социально-обусловленные качества респондентов, тогда как опросник 16 PF Р.Б.Кеттелла - конституционные психические качества, детерминируемые более фундаментальными и устойчивыми генотипическими факторами.

На определяющую роль изучения межуровневых взаимосвязей индивидуальных, психодинамических и социально-психологических свойств личности для интегрального исследования индивидуальности указывал В.С.Мерлин.

Вторая группа проблем, связана с тем, что практически все стандартные психодиагностические тесты, опросники и процедуры (далее: “тесты”) обладают целым рядом **принципиальных** недостатков, ограничивающих их корректное и методологически оправданное применение:

1. Эти тесты разработаны и нормированы на выборке разработчика, а должны применяться на выборке пользователя.
2. Они созданы для одних целей, а используются для других целей.

На первый взгляд кажется, что первая проблема решается адаптацией тестов, однако это не совсем так. Дело в том, что необходимо еще подтвердить специальным исследованием, что адаптированный скажем С.Петербургской психологической школой (фирма “Иматон” и др.) тест применим на Кубани, т.е. учитывает Южно-Российскую региональную специфику.

Автор считает, что адаптировать тесты необходимо на

репрезентативной выборке, представляющей ту генеральную совокупность, на которой они будут применяться. Иначе даже “адаптированные” где-то и для кого-то тесты не будут учитывать региональной специфики, в которой работают конкретные пользователи, и практически ничем не будут отличаться в этом отношении от “неадаптированных”.

Но даже у тестов учитывающих региональную специфику (локализованных) из-за динамичности предметной области со временем уменьшается надежность и валидность. Поэтому **необходима периодическая адаптация тестов к изменившимся условиям, а лучше - работа тестов в адаптивном режиме**. На сегодняшний день по литературным данным известна лишь одна система, обеспечивающая не только автоматизированную разработку, но и эксплуатацию тестов в адаптивном режиме - это система “ЭЙДОС” [7].

Известно, что работы по адаптации тестов являются весьма трудоемкими и наукоемкими, а также сложными в организационно-юридическом отношении. Поэтому в настоящее время в России научные центры, способные решать эти задачи, можно буквально пересчитать по пальцам одной руки. Очевидно, мощности этих центров не обеспечивают потребностей регионов в стандартизированном психометрическом инструментарии.

Из этих предпосылок часто делается вывод о том, что необходимо дать психологам технологию создания и адаптации тестов, чтобы они сами на местах могли решать эту проблему. Однако в настоящее время этот вывод представляется автору необоснованным, несмотря на то, что и он придерживался ранее этой точки зрения. Дело в том, что дать психологу подобный инструмент - это все равно, что дать рядовому бухгалтеру систему программирования Turbo C++ и предложить ему, чтобы он сам создал, а затем модернизировал такую систему бухучета, которая отражала бы специфику его предприятия. Однако рядовой бухгалтер не имеет для решения этой задачи ни сил, ни времени, ни соответствующей квалификации. Так же и рядовой психолог не сможет, **да и не должен** заниматься выработкой своего инструментария.

Но если предположить, что психологи все же займутся не своим прямым делом, а разработкой инструментария, и что у них

это получится, то **это будет означать одновременно конец какой-либо сопоставимости в их исследованиях, так как каждый будет пользоваться своим собственным инструментарием.** По сути, мы сталкиваемся в этой ситуации с **метрологической проблемой**. И мы знаем, что существуют центры и лаборатории стандартизации и метрологии, которые занимаются поверкой и, если надо, настройкой измерительных приборов. Опыт метрологических служб является весьма ценным в нашем случае и им целесообразно воспользоваться.

Следовательно, весьма актуальным является создание региональных ведомственных и межведомственных психологических центров, которые могли бы решать как задачу оснащения практических психологов в своих регионах новыми, адаптированными и сопоставимыми психометрическими методиками, так и обеспечивать организацию и координацию регламентных сопоставимых исследований в масштабах своих регионов.

Проблема **нецелевого применения тестов** по мнению автора является даже еще более острой, чем проблема их неадекватности. Вызывает по меньшей мере удивление с какой легкостью “специалисты” некоторых частных фирм, изучив всего-лишь одно отдельно взятое психологическое свойство, например, “общительность”, выносят рекомендации о том, может ли данный кандидат быть, например, бухгалтером, сотрудником службы безопасности или инкассатором банка. Спрашивается, зачем банку нужен общительный бухгалтер? Но отсутствием элементарной методологической корректности применения тестов страдают не только коммерческие фирмы, живущие за счет рекламы, вводящей в заблуждение. В медицинской комиссии медотдела УВД с применением тестов Кеттелла и Люшера даются рекомендации о профессиональной пригодности или непригодности каждого конкретного кандидата для службы в ОВД. Но ведь данные тесты **не предназначены** для этих целей и их применение в данном случае с научно-методической точки зрения не более (и не менее) оправдано, чем, например, применение кофейной гущи.

Конечно ясно, что результаты тестирования с помощью этих тестов каким-то образом связаны с успешностью или неуспешностью службы на различных должностях в ОВД. Но ведь вопрос как раз и заключается в том, что эта взаимосвязь еще никем не

исследовалась и фактически никому не известна. А ведь на пути к практическому применению этих знаний необходимо еще создать соответствующий инструментарий, опробировать его, сертифицировать и стандартизировать как пригодный для решения данных конкретных задач. Забегая вперед отметим, что инструментарий и методика для создания двухступенчатого теста на базе тестов Кеттела и Люшера (а также других) имеется: – это базовая когнитивная система ***“ЭЙДОС”***]7] и система обработки данных комплексного психологического тестирования ***“ЭЙДОС-Ψ”.***

Выводы:

Для проведения исследований интегральной индивидуальности на современном технологическом уровне необходимо применение соответствующих автоматизированных систем, реализующих адекватные данной задаче методологические концепции и математические модели. Задача создания и применения подобных систем является весьма актуальной.

Актуальной является задача создания в КЮИ МВД РФ научно-методического психологического Центра, способного решать как следующие задачи:

– разработка новых сопоставимых психометрических методик специального назначения;

– организация, координация, научно-методическое и инструментальное обеспечение регламентных сопоставимых психологических исследований в масштабах региона;

– адаптация, локализация, сертификация и стандартизация уже имеющихся и практически использующихся психометрических методик.

Все уже практически применяемые в ОВД края психометрические методики должны пройти сертификацию и стандартизацию в Центре. Выводы и рекомендации, которые даются на основе применения не сертифицированных и не стандартизированных Центром методик должны быть признаны научно-методически не обоснованными и юридически ничтожными. В перспективе Центр мог бы выполнять функции регионального ведомственного психологического центра. Функции, структура и обеспечение деятельности подобного центра подробно развиты автором в работе [7].

Автоматизированная система комплексной обработки данных психологического тестирования "Эйдос-Ψ"

Для решения задач комплексной обработки данных психологического тестирования и получения как **комплексных** индивидуальных психологических портретов респондентов, так и **их групп**, автором совместно с С.Д.Некрасовым (Государственная аттестационная служба) была разработана система **"Эйдос-Ψ"**.

Для решения задач комплексной обработки данных психологического тестирования и получения как **комплексных** индивидуальных психологических портретов респондентов, так и **их групп**, автором была разработана система ***"ЭЙДОС-Ψ".***

Система "ЭЙДОС-Ψ" относится к окружению системы "ЭЙДОС" т.е. она с одной стороны представляет собой расширяемый супертест (аналогично MMPI), а с другой стороны является программным интерфейсом между реализованными в ней стандартными тестами и системой "ЭЙДОС", обеспечивающей интеллектуальную обработку результатов тестирования.

Система "ЭЙДОС-Ψ" обеспечивает:

1. ввод и обработку первичных данных о респондентах;
2. экспорт данных в универсальную когнитивную аналитическую систему "ЭЙДОС" для их содержательного углубленного анализа и для разработки двухступенчатых тестов и тестов прямого действия;
3. объединение баз первичных данных, введенных на разных компьютерах.

Основные <u>отличия</u> (а, по мнению автора, и преимущества) системы "ЭЙДОС-Ψ" по сравнению с аналогами, состоят в следующем:

1. ***Данная система предназначена не для опроса респондентов непосредственно за компьютером, а для ввода и обработки данных тестирования.*** Автор считает нецелесообразным

применение компьютеров непосредственно для тестирования респондентов в наших условиях, т.к. для большинства респондентов использование компьютера само по себе является сильным стрессовым фактором, что искажает результаты тестирования. Кроме того, как показывает опыт, ввод данных опроса в систему ***“ЭЙДОС-Ψ”*** осуществляется практически на порядок быстрее, чем тестирование за компьютером, что обеспечивает соответствующую экономию машинного времени. Например, вместо использования 50 компьютеров для тестирования 50 респондентов в течение 1 часа, мы тестируем этих респондентов “за столом”, а потом на одном компьютере вводим данные для обработки в течение 5 часов, что не представляет организационно-технических сложностей.

2. Системой сохраняются в базах данных не только результаты интерпретации ответов респондентов (стены, факторы и т.п.), но и сами первичные данные опроса. Это позволяет в дальнейшем использовать непосредственно первичные данные как для их анализа различными методами с помощью статистических систем, так и для разработки тестов прямого действия с помощью системы “ЭЙДОС”;

3. Система обеспечивает автоматизированное применение ключей и автоматизированную интерпретацию результатов тестирования, как по каждому тесту отдельно, так и по всем тестам совместно в их взаимосвязи, причем виды изучаемых взаимосвязей очень гибко задаются самим исследователем;

4. Система обеспечивает экспорт первичных данных и результатов их стандартной интерпретации в универсальную когнитивную аналитическую систему “ЭЙДОС”, что позволяет осуществить их совместный содержательный углубленный анализ, а также получить новые оптимальные двухступенчатые тесты и тесты прямого действия;

5. Система позволяет получит не только психологическую характеристику отдельных индивидуумов, но и групп респондентов, относящихся к определенным градациям шкал, введенных самими исследователями.

В настоящее время система “ЭЙДОС-Ψ” обеспечивает комплексную (совместную) обработку данных по следующим

опросным процедурам одновременно:

1. Тест выявляющий уровень самоактуализации (САТ).
2. Опросник 16 PF Р.Б.Кеттелла.
3. Опросник по определению стиля управленческой деятельности.
4. Анкета "Ориентация на развитие".
5. Анкета "Опосредующие развитие факторы (стимулирующие и препятствующие)".

Принцип организации системы обеспечивает **расширение** перечня совместно используемых опросных процедур. Добавление новой опросной процедуры реализуется разработчиками системы и требует одного-двух человеко-дней.

Математические модели, реализуемые системой “ЭЙДОС-Ψ” являются упрощением и конкретизацией моделей системы “ЭЙДОС” для данного специального случая.

Настройка системы на способ совместной обработки результатов тестирования осуществляется следующим образом.

В режиме “Шкалы классификации респондентов” исследователь имеет возможность ввести наименования некоторого количества шкал и по каждой шкале указать определенное количество градаций с их наименованиями. ***Количество шкал и количество градаций по разным шкалам может быть различное (в отличии от многих других систем)***, но не более некоторого максимального количества, определяемого при генерации системы (в настоящее время до 99).

В режиме “Ведение справочника респондентов” исследователь может добавлять новых респондентов, вводить и корректировать их фамилию, имя и отчество (в остальных же режимах данный список респондентов лишь используется и не может быть скорректирован). Правее фамилий есть столбцы, соответствующие шкалам, введенным в справочник шкал. В каждом столбце исследователь задает код той градации соответствующей шкалы, к которой относится респондент. В данном режиме на экране отображаются и наименования шкал, и наименования градаций.

Таким образом в системе “ЭЙДОС-Ψ” каждый респондент характеризуется не только всей совокупностью его ответов на вопросы батареи тестов, как в большинстве статистиче-

ских систем (например: SPSS, STATGRAPHICS, STATISTICA), ***но и принадлежностью к определенным группам, соответствующим градациям шкал, заданных самим пользователем***. Решение о принадлежности респондента к тем или иным группам принимается исследователями на основе результатов тестирования или(и) экспертных оценок. Данная особенность системы сближает ее с интеллектуальной системой “ЭЙДОС” и позволяет организовать полноценный экспорт данных о респондентах в последнюю.

Надежность обработки информации в системе обеспечивается следующими мерами:

1. все режимы ввода данных организованы таким образом, что исключается возможность ввода некорректных данных;
2. система автоматически ведет архивы баз данных;
3. автоматически переиндексирует все базы данных в случае отсутствия индексных массивов.

Выходные формы системы. Каждая опросная процедура, входящая в состав системы, выдает результаты в виде двух таблиц:

1. в первой против фамилии каждого респондента содержатся данные интерпретации его ответов;
2. во второй содержатся усредненные результаты интерпретации для каждой градации каждой шкалы.

Последнее и обеспечивает совместный анализ результатов тестирования респондентов с помощью опросников, реализованных в системе.

Тест САТ и анкета “Ориентация на развитие”, кроме того выдают частотные распределения стандартизированных баллов (стенов), разделенные на три зоны, такие, что вероятность попадания стена в каждую из них одинакова[15]. Система сама определяет границы этих зон, что обеспечивает оценку конкретных респондентов и их групп не только относительно “генеральной совокупности”, но и относительно самой группы респондентов.

Кроме того, система выдает по каждому респонденту итоговые данные по его тестированию с помощью всех тестов в виде

---

[15] Вероятность является пределом, к котрому стремятся относительнеы частоты (частости) при неограниченном увеличении числа испытаний. Здесь мы термином «вероятность» пользуемся учитывая это обстоятельство

одной сводной карты.

Все выходные формы записываются системой в виде текстовых файлов в поддиректорию TXT, что позволяет печатать их с использованием любого текстового редактора и на любом принтере, имеющемся у пользователя.

По опроснику 16 PF Р.Б.Кеттелла системой выдаются также в графическом виде стандартные профили респондентов и их групп (группы соответствуют градациям шкал) по факторам, причем профили групп выдаются в двух видах:

– одна группа на одной диаграмме;

– все группы одной шкалы на одной диаграмме (рисунок 2).

Рисунок 2. Примеры психологических профилей групп

Эти профили записываются системой в виде PCX-файлов в поддиректорию PCX, причем имена файлов соответствуют кодам респондентов, кодам шкал и групп. Эти графические данные легко могут быть вставлены в сводную карту респондента и распечатаны, например, с использованием популярного редактора Winword.

Необходимо отметить, что приведенные характеристики системы не являются окончательными, т.к. она непрерывно совершенствуется.

1.4. Система окружения «Эйдос-астра»

Актуальность исследования глобальных процессов, т.е. процессов на Земле в целом (глобальных геосистем), сегодня уже ни у кого не вызывает сомнения. Если раньше этот вопрос решался в

основном в научной среде на уровне несколько отвлеченного академического обсуждения, то теперь, в уже наступившую эпоху глобальных катаклизмов природного и техногенного характера, этот вопрос «неожиданно» приобрел печальную конкретику, т.к. непосредственно коснулся многих миллионов или даже миллиардов людей.

Как известно из теории управления поведение любой системы определяется состоянием самой системы (внутренними факторами и ее предысторией) управляющими факторами, а также воздействием окружающей среды. Для глобальных геосистем: ноосферы (глобальных социальных и экономических процессов), биосферы, геосферы, магнитосферы, атмосферы и других, внешней средой, с которой эти системы входят в *непосредственное* взаимодействие, является ближайшее космическое окружение нашей планеты, т.е. различные космические тела, входящие в состав Солнечной системы.

В работах [14, 18, 57, 67, 70, 72, 86, 87, 90, 102, 104, 109, 110, 111, 116, 121, 124, 125, 126, 152, 166, 175, 199] рассмотрены различные аспекты влияния космической среды на поведение ряда глобальных геосистем. При этом в основе этих исследований лежит методология *естественных наук*, т.к. они основаны на совместном изучении больших объемов детализированной фактографической информации о динамике состояния этих геосистем за длительные периоды времени, а с другой – астрономической информации о параметрах тел Солнечной системы.

Естественные науки основаны на измерениях и на интеллектуальном анализе результатов этих измерений. Само понятие «измерение» в истории науки эволюционировало вместе с самой наукой. Можно выделить следующие этапы эволюции понятия «измерение»:

– определение наличия некоторого *качества* у объекта измерения;

– получение одного *числа*, количественно характеризующего степень проявления некоторого качества объекта измерения;

– получение одного числа, количественно характеризующего степень проявления некоторого качества объекта измерения, а также получение *погрешности* определения этого числа, т.е. определение некоторого «доверительного интервала», в который «истинное значение числа» попадает с определенной заданной вероятностью;

– получение *набора чисел* с доверительными интервалами для каждого из них, т.е. получение *статистического распределения и изучение зависимости его параметров от действующих на измеряемый объект факторов*;

– получение эмпирических законов, функциональных зависимостей и когнитивных функциональных зависимостей.

Все научные экспериментальные установки, по сути, являются *информационно-измерительными системами (ИИС)*, т.е. позволяют получить информацию об объекте исследования, т.е. его свойствах и состояниях. В любой информационно-измерительной системе информация от объекта исследования к системе обработки информации (входящей в состав ИИС) всегда передается по некоторому *каналу передачи информации*. В физических и астрономических исследованиях в качестве канала передачи информации чаще всего выступают электромагнитные волны различных диапазонов: свет, радиоволны и рентгеновское излучение.

Заметим, что на наш взгляд отсутствие знаний о каналах передачи взаимодействия или недостаточное их понимание не является фатальным препятствием на пути изучения свойств объектов с помощью этого взаимодействия. Это означает, что *возможно получение адекватной информации об исследуемом объекте по слабо изученным каналам или каналам, природа которых вообще неизвестна. В процессах познания основное значение имеет информация, получаемая об объекте познания по каналам взаимодействия с ним, а не понимание природы этих каналов, которое не имеет принципиального значения на первых этапах познания.* Этот подход будем называть информационным методом ис-

следования. Он является аналогом «черного ящика» в кибернетике. Информационный метод позволяет накапливать новую *информацию* об объектах познания, не зная способа взаимодействия с ними, а также использовать эту информацию на практике, что в последующем позволяет развить теоретически обоснованные представления о природе, как самих исследуемых объектов, так и каналов взаимодействия с ними.

В этой связи необходимо отметить, что *эмпирический факт (установленный в результате измерения) является первичным по отношению к теории, т.е. для признания существования факта вообще нет необходимости в какой-либо объясняющей его теории*, хотя есть горькая поговорка о том, что «если факт не вписывается в теорию, то тем хуже для факта». Дело же теории объяснять уже известные факты и предсказывать новые, еще не обнаруженные экспериментально.

Особенно ценным для развития теории является достоверное обнаружение новых фактов, которые этой теорией не объясняются, т.к. их теоретическое объяснение позволяет получить общую теорию, для которой предыдущая теория является частным случаем. Поэтому теоретики должны не отмахиваться от новых пока не объяснимых фактов или объявлять их несуществующими лишь на том основании, что они не вписываются в их теории, а наоборот, буквально охотится за подобными фактами.

Но что является эмпирическим фактом в свете изложенных представлений о развитии понятия измерения? Сегодня эмпирическим фактом можно считать обнаружение причинно-следственных и функциональных зависимостей в эмпирических данных, т.е. *выявление новых знаний из данных* [127], в частности выявление когнитивных функциональных зависимостей в эмпирических данных [125].

Понятно, что для достижения этой цели необходим адекватный инструмент и от функциональных возможностей этого инструмента самым непосредственным образом зависит как сама воз-

можность выявления новых фактов и новых знаний из них, но также количество и качество этих фактов и знаний.

При этом вполне возможна ситуация, когда исследование с помощью современных автоматизированных интеллектуальных технологий давно всем известных и находящихся в общем доступе многолетних баз данных о фактических параметрах геосистем и тел Солнечной системы позволит открыть в них как новые факты, так и новые ранее неизвестные закономерности их взаимосвязи. Примерно так технологии XXI века позволяют еще раз переработать отвалы золотой руды на шахтах конца XIX – начала XX века и извлечь из них новые тонны золота, которые в свое время не смогли извлечь с помощью существовавших тогда примитивных технологий.

В качестве современной автоматизированной интеллектуальной технологии автор применил автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему "Эйдос". Эту систему далее будем называть базовой системой «Эйдос». В состав этой системы входит подсистема _152 (в новой версии 2.3.2.2), содержащая ряд стандартных программных интерфейсов с внешними источниками данных различных стандартов: текстовых, баз данных (БД) и графических, расширяющих сферу ее применения. Некоторые из подобных интерфейсов при своем развитии превратились в системы окружения: "Эйдос-фонд", "Эйдос-Ψ" и "Эйдос-астра".

Задачей данного раздела является *краткое* описание системы «Эйдос-астра» и опыта ее применения. Текущая версия данной системы состоит из двух основных программных модулей, составляющих ядро системы, а также еще 25 взаимосвязанных программных модулей, представляющих собой подсистемы, включающие режимы, а также отдельных вспомогательных программных модулей (утилит) (см. диаграмму 1).

Диаграмма 1: базовая система «Эйдос» и системы окружения

Первоначально система Эйдос-астра была предназначена для исследований в области астросоциотипологии. Первые исследования в этом направлении проводились непосредственно с применением базовой системы «Эйдос». Было создано и изучено на достоверность много различных моделей. При этом оказалось, что одни модели показывают более высокую достоверность по одним классам распознавания, тогда как другие – по другим. Со временем стало ясным, что процесс создания и исследования различных частных моделей целесообразно автоматизировать, с тем,

чтобы создать мультимодель, позволяющую объединить их достоинства частных моделей при этом преодолев их недостатки (принцип коллектива решающих правил[16]). Для этой цели и была создана система «Эйдос-астра», позволяющая *автоматически генерировать различные системы частных моделей (мультимодели), исследовать их на достоверность в разрезе по классам и с учетом этой информации наиболее эффективно использовать их для идентификации и прогнозирования*. Но со временем проблематика этих исследований расширилась и преобразовалась в целое новое научное направление, которое можно было бы назвать: «*Применение технологий искусственного интеллекта для исследования влияния космической среды на поведение активных глобальных геосистем*».

К подобным системам автор относит: ноосферу (включая глобальные социальные и экономические системы), биосферу, атмосферу, гидросферу, геосферу и магнитосферу. По ряду из этих глобальных систем были проведены исследования с применением системы «Эйдос-астра» и базовой системы «Эйдос»:

– ноосфера (включая глобальные социально-экономические системы): исследование динамики фондового рынка и детерминации социального статуса респондентов;

– геосфера: землетрясения, движение географического и магнитного плюсов Земли;

– динамика магнитосферы Земли.

Оказалось, что система «Эйдос-астра» может сама рассматриваться как универсальное интеллектуальное ядро, применимое для решения широкого класса прямых и обратных интеллектуальных задач многопараметрической типизации, системной идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений и научного исследования предметной области путем исследования ее семантической информационной модели в самых различных предметных областях. При этом характерной особенностью подобных задач является использование для исследований огром-

[16] См.: http://yandex.ru/yandsearch?text=коллектив%20решающих%20правил&lr=35

ных по объемам внешних баз данных, содержащих информацию о десятках и сотнях тысяч и даже о миллионах событий. Эти базы данных размещены в Internet открытом бесплатном свободном доступе. Для преобразования этих баз данных в форму, удобную для исследования в системе «Эйдос-астра» и предварительной обработки данная система была *расширена* путем включения в ее состав ряда новых программных интерфейсов с внешними базами исходных данных.

Необходимо специально отметить, что система «Эйдос-астра» создавалась авторами как инструмент научных исследований. В качестве инструментального средства программирования использовался язык семейства Xbase++[17] (CLIPPER 5.01 + TOOLS II + BiGraph 3.01R1).

Технология моделирования социально-экономических и природных процессов на основе системы искусственного интеллекта «Эйдос-астра»

Система искусственного интеллекта «Эйдос-астра» была создана на основе системы «Эйдос». Первоначально эта система предназначалась для распознавания социальных категорий респондентов по астрономическим данным на момент рождения на основе теории сходства с использованием базы данных респондентов, содержащей более 26000 записей. Однако, после того, как были установлены общие закономерности распознавания социальных категорий и доказана основная теорема астросоциотипологии, возникла идея применить систему «Эйдос-астра» для моделирования экономических категорий, типа курсов валют. Было показано, что технология решения задач распознавания экономических категорий практически не отличается от технологии, развитой для социальных категорий, ни по структуре используемых баз данных, ни по стадиям анализа.

Синтез каждой модели включает семь стадий, начиная с суммирования абсолютных частот признаков и, заканчивая, син-

[17] См.: http://www.alaska-software.com/

тезом информационной модели СИМ-1 или СИМ-2 (тип информационной модели задается в диалоге) – рисунки 3, 4.

Рисунок 3. Скриншот подсистемы синтеза мультимодели (1-й подсистемы ядра системы «Эйдос-астра»)

Рисунок 4. Скриншот режима синтеза информационной модели

После того, как мультимодель создана, ее можно верифицировать, используя специальную программу распознавания – рисунок 5, в которой реализован алгоритм измерения внутренней дифференциальной валидности частных моделей и мультимодели в целом. В режиме распознавания можно задать в диалоге объем выборки, на которой производится измерение параметра сходства. Для прогнозирования курсов валют используется режим 4 программы распознавания, в котором обрабатываются астрономические данные на каждый день и час прогноза – рисунки 6-7.

Рисунок 5. Скриншот подсистемы распознавания (2-й подсистемы ядра системы «Эйдос-астра»)

Рисунок 6. Скриншот режима измерения достоверности идентификации в разрезе по классам в частных моделях

Рисунок 7. Скриншот режима пакетного распознавания

В результате распознавания формируется таблица категорий с указанием параметра сходства, которая используется для

формирования итоговой таблицы достоверности прогноза. Для обработки этих данных используется специальный режим – рисунок 7. В этом режиме каждой дате и времени прогноза (например, 11 августа 18:00 на рисунке 8) сопоставляется набор категорий с указанием параметра сходства.

Рисунок 8. Скриншот режима визуализации результатов распознавания базовой системы «Эйдос»

Наконец, для стабилизации достоверности прогноза в системе «Эйдос-астра» реализованы *пять* алгоритмов голосования частных моделей описанные в работе [18]. Генерируя несколько моделей, можно обобщить их прогнозы, используя один из пяти алгоритмов, когда в итоговый прогноз берется:

1) СУММАРНАЯ ЧАСТОТА ИДЕНТИФИКАЦИИ, рассчитанная по всем частным моделям;

2) СРЕДНЕЕ уровней сходства из всех прогнозов частных моделей;

3) Уровень сходства из той частной модели, в которой он МАКСИМАЛЬНЫЙ;

4) Уровень сходства из той частной модели, которая показала МАКСИМАЛЬНУЮ достоверность распознавания ДАННОГО КЛАССА из всех моделей;

5) СРЕДНЕЕ СУММЫ ПРОИЗВЕДЕНИЙ уровней сходства с данным классом на достоверность его идентификации в частных моделях.

Система «Эйдос-астра» является мощным инструментом для исследования социально-экономических и природных процессов и систем в зависимости от астрономических параметров небесных тел Солнечной системы. Предложенные математические модели, алгоритмы и реализующие их программные средства (базовая система "Эйдос" и система окружения "Эйдос-астра"), а также технология и методика их применения обеспечили получение прикладных результатов не только в области астросоциотипологии, но и в области прогнозирования курсов валют, индекса S&P 500, магнитного поля Земли, сейсмических событий и климата по астрономическим данным с использованием технологий искусственного интеллекта. В дальнейшем система окружения «Эйдос-астра» получила развитие, отраженное в работе [126]. Архитекутра системы «Эйдос-Х++» разрабатывается с учетом опыта разработки и экспулатации системы «Эйдос-астра» и позволяет реализовать все ее функции стандартным для новой системы образом, т.е. функционально система «Эйдос-Х++» полностью включает систему «Эйдос-астра», но ряд этих функций в настоящее время находится в процессе разработки.

ГЛАВА 2. СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ И СИСТЕМНАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС»

2.1. Перспективная когнитивная концепция

Перспективная когнитивная концепция была предложена автором в работе [4] в 1996 году.

Выявление сходств и различий между обобщенными образами различных видами объектов Реальности позволяет выявить среди них образы двух основных “крайних” или “полярных” типов, - это образы, которые с некоторой степенью условности можно назвать “жесткие” (“детерминистские”) и “аморфные” (“статистические”).

Жесткие (детерминистские) образы - это четко оформленные образы, практически совершенно не связанные (не имеющие сходства или антисходства - различия) с другими образами, описанные в основном детерминистскими признаками с очень высокой информативностью. Детерминистские признаки являются таковыми, т.к. практически не встречаются у остальных образов. Поэтому обнаружение таких признаков у некоторого объекта позволяет без труда и практически однозначно отнести данный объект к соответствующему обобщенному образу (классу).

Аморфные (статистические, вероятностные) образы - это расплывчатые, слабо сформированные образы, которые сильно связаны с другими такими же аморфными образами, т.е. имеют с ними высокий уровень сходства или антисходства (различия). Аморфные образы описываются статистическими признаками, которые встречаются и у них, и у других образов с различными вероятностями: у одних чаще, чем в среднем по всем образам, а у других реже, чем в среднем, но также встречаются. Поэтому, естественно, статистические признаки имеют значительно меньшую информативность, чем детерминистские.

Реально формируемые в процессе познания обобщенные образы различных видов объектов реальности, их состояний и различных явлений всегда находятся где-то между этими крайними полюсами, по своей степени “жесткости” или “аморфности”, как

и их признаки, которые, соответственно, в различной степени близки к детерминистским - высокоинформативным или к практически бесполезным для идентификации “всегда встречающимся” признакам.

Исходя из этого может показаться, что в системе признаков, описывающих некоторую предметную область желательно иметь как можно больше детерминистских и как можно меньше статистических признаков. Если ставить перед собой только задачу идентификации (различения друг от друга, распознавания) объектов этой предметной области, то это верно. Однако существуют и другие важные задачи, например задача объективной классификации объектов, которая сводится к определению степени их сходства и различия, объединению наиболее сходных друг с другом объектов в кластеры, определение наиболее непохожих друг на друга кластеров и формирование конструктов.

Конструктом называется понятие, имеющее противоположные смысловые полюса и спектр промежуточных смысловых значений, расположенных по некоторой шкале [127]. Например, понятие “температура” имеет полюса “горячее” и “холодное” с промежуточными значениями “теплое” и “прохладное” и шкалой Цельсия для количественного измерения температуры. Другие примеры конструктов: “вес”, “размер”, “возраст”, “цвет”, “нота” и т.д. Часто бывает, что конструкт четко выражен своими полюсами и спектром, но не имеет своего конструктивного названия. Например: “Дух-материя”, “добро-зло”. Свойство человеческого интеллекта мыслить бинарными конструктами (т.е. конструктами с двумя полюсами) является одним из наиболее фундаментальных его свойств. Как правило, люди мыслят именно полюсами конструктов, а не промежуточными смысловыми оттенками.

Очевидно, без наличия общих, т.е. статистических признаков все объекты будут максимально непохожими друг на друга и вообще не будут иметь какого-либо сходства. Следовательно, задача классификации будет иметь очень неинтересное тривиальное решение: в каждом кластере будет по одному объекту, а конструкты вообще не образуются.

Итак:

– создание обобщенных образов без некоторой вариабельности признаков у входящих в эти образы объектов и наличия статистических признаков невозможно;

– только наличие статистических признаков позволяет решить задачу формирования кластеров и конструктов.

Роль жестких и аморфных образов в процессе познания реальности можно сравнить, соответственно, с ролью ствола и крупных ветвей, как опоры “древа познания жизни”, и мелких веточек и листьев - как его бесконечного многообразия, “которое вечно цветет и зеленеет”.

“Драма идей”, ареной которой является сам процесс становления и развития процесса познания, является предметом рассмотрения в нашей “когнитивной концепции”, т.к. имеет самое непосредственное отношение к проблемам принципиальной распознаваемости (идентифицируемости) и теме данной работы в целом. Рассмотрим “эту драму” подробнее.

Упрощенное (естественнонаучное, формально-логическое) мышление, сосредотачивающееся на наиболее фундаментальных (базовых) закономерностях познаваемой предметной области, стремится освободится от аморфных образов и свести все многообразие этой предметной области к минимальному количеству детерминистских, “жестких” образов. Этот процесс освобождения от аморфных образов по существу является процессом абстрагирования и может быть назван также процессом ВЫЯВЛЕНИЯ БАЗИСНЫХ ВЗАИМНО ОРТОНОРМИРОВАННЫХ ПОНЯТИЙ.

Значение этого процесса невозможно переоценить. Например известно, что осознание А.Лобачевским независимости (ортогональности) образа аксиомы о параллельности прямых от системы образов остальных аксиом геометрии привело к созданию неевклидовой геометрии. Дальнейшим развитием по пути “неевклидовости” явилась геометрия Римана, ставшая основой теории гравитации А.Эйнштейна.

Другим ярким примером такого естественно-научного формально-логического подхода является классическая механика, которая сводит невообразимо громадное многообразие по-

видимому различных явлений к небольшому числу таких фундаментальных понятий, как трехмерное пространство (три координаты которого взаимно перпендикулярны, т.е. ортогональны), время, масса и энергия. Очень важно заметить, что в рамках классической механики возможно два по существу эквивалентных и взаимнооднозначно получающихся одно из другого описания любого явления: пространственно-временное и импульсно-энергетическое. Это означает, что в действительности взаимно ортогональными являются с одной стороны, только понятия трех измерений пространства и времени, а с другой стороны, энергии и импульса. Это в дальнейшем развитии познания нашло отражение в создании четырехмерного формализма Г.Минковского и “геометродинамике” общей теории относительности А.Эйнштейна, в которой существует только четыре взаимно ортогональных измерения единого пространства-времени, а гравитационные силы и энергия сводятся к искривлениям пространства-времени.

Успехи данного направления развития познания породили своеобразную “ЭЙФОРИЮ ДЕТЕРМИНИЗМА И ДЕДУКЦИИ”, которой “отдали дань” Лейбниц и Конан-Дойль, но которую лучше всего (по мнению автора) выразил Пьер Лаплас в своем знаменитом высказывании: “Мы должны рассматривать существующее состояние Вселенной как следствие предыдущего состояния и как причину последующего. Ум, который в данный момент знал бы все силы, действующие в природе, и относительное положение всех составляющих ее сущностей, если бы он был еще столь обширным, чтобы ввести в расчет все эти данные, охватил бы единой формулой движения крупнейших тел Вселенной и легчайших атомов. Ничего не было бы для него недостоверным, и будущее, как и прошлое, стояло бы перед его глазами.”

В этом высказывании есть очень много “если”, т.е. предположений, которые должны быть истинными, чтобы все высказывание было истинным. Они заслуживают того, чтобы рассмотреть их по порядку:

Во-первых, Лаплас абсолютно убежден в жесткой и ничем не ограниченной детерминированности явлений самой природы.

Однако, квантовая теория открыла “многослойность” явлений и объектов Реальности, а также фазовые переходы объектов

между этими слоями из нередуцированного состояния в редуцированное и обратно, которые имеют принципиально вероятностный характер. Таким образом, с точки зрения современной науки свойства Реальности таковы, что строгого логического алгоритма, описывающего наблюдаемые явления, не может существовать даже в принципе. В современной теории физического вакуума (из которой как частные случаи вытекают ОТО и КТП), вводится также понятие “кручения” пространства-времени и связанные с этим разновидность гравитационных полей, которая называется торсионными полями. С этими последними видами физических полей связываются надежды на физическое объяснение ряда психологических явлений.

Во-вторых, Лаплас представлял себе эту всеобъемлющую теорию как теорию такого же типа, какие ему были известны, т.е. наподобие классической механики И.Ньютона. В качестве языка, на котором должна быть изложена эта теория, предполагалось использовать язык математики, прежде всего дифференциальное и интегральное исчисление, язык дифференциальных уравнений.

Само по себе это предположение выглядит чрезвычайно странным и даже наивным, т.к. в развитии науки мы видим, что изменяется не только “содержание”, но и сами принципы построения научных теорий, эволюционируют сами “научные парадигмы”. Кроме того, это “очень сильное” предположение, что Вселенная-в-целом, а также все процессы и явления в ней протекающие, могут быть описана ограниченным (счетным, или даже “небольшим”) числом фундаментальных, т.е. независимых друг от друга (физических?) законов, из “суперпозиции” которых строятся все остальные закономерности Реальности.

В-третьих, Лаплас ВЕРИТ в принципиальную возможность создания, а может быть даже существование, такой ЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ, которая абсолютно точно отражает процессы ВСЕЛЕННОЙ В ЦЕЛОМ, т.е. теории, которая представляет собой логически полную знаковую модель, абсолютно изоморфную Реальности.

Очевидно, что если бы такая теория даже и была бы возможна, то пользоваться ей мог бы только разум, либо имеющий доступ к бесконечным вычислительным ресурсам, либо сам обладающий ими. Допускать существование такой всеобъемлющей

теории практически тоже самое, что допускать существование такого разума или компьютера с бесконечными возможностями. Естественно, в их существование можно только верить (или не верить), но доказательство их существования - это задача не для логики.

Но что можно сказать сегодня о Вселенной-в-целом, т.е. о предмете всеобъемлющей теории? По-видимому, только то, что она существует. Очевидно, также, что существуют ее части. Почти очевидным является и то, что Вселенная-в-целом состоит из своих частей. Эти части образуют системы, различного уровня иерархии. Но как отразить в теории Вселенную-в-целом? По-видимому, всеобъемлющая теория должна описывать как взаимодействуют части Вселенной-в-целом друг с другом и с самой Вселенной-в-целом.

Однако даже самый первый вопрос о логическом понимании существования частей Вселенной-в-целом наталкивается на непреодолимые логические трудности. В теории множеств существует парадокс “О множестве всех множеств”, которое может быть простейшей логической моделью Вселенной-в-целом. Если такое множество существует, то оно является одновременно и целым, которое включает все множества, а значит включает и самого себя, а также частью, которое входит в состав этого целого, т.е. является частью самого себя. Следовательно (с точки зрения логики), либо Вселенная-в-целом вообще не является множеством, включающем части, т.е. является “пустым” множеством, либо она не существует.

Читателю предоставляется решить, существование чего для него более достоверно установлено:

– существование частей (но тогда неизвестно частей чего, но уж точно не Вселенной-в-целом),

– либо существование целого, т.е. Вселенной-в-целом (но тогда неизвестно, что же мы все наблюдаем, как мир многообразия),

а также подумать, как совместить по крайней мере все это в рамках логически непротиворечивой и полной действительно всеобъемлющей теории. Эти проблемы имеют непосредственное отношению к семейству логических парадоксов, построенных по

принципу парадокса Рассела (более того, само это высказывание также является парадоксом Рассела).

Примечание: автором предложена следующая система вложенных парадоксов Рассела. “Нет правил без исключений. Предыдущее высказывание является правилом. Следовательно и у него существует исключение. Этим исключением является само это правило”.

Современная наука не предлагает решения всех этих проблем, - она просто доказывает принципиальную некорректность самой постановки вопроса о логическом познании Вселенной-в-целом, т.к. эта задача, по-видимому, значительно более сложная, чем построение карты рельефа Солнца путем ползания по нему и ощупывания пальцами. Здесь, по мнению автора, естественным образом возникают следующие вопросы:

о совершенствовании самой логики, разработки многозначной (даже “бесконечно-значной”) и “нечеткой” логики;

о возможном выходе науки за пределы логической формы познания;

об использовании учеными исследователями других форм сознания, которые могут более адекватными для познания (и “освоения”) других “слоев” или форм Реальности.

Начиная с XIX века логика была математизирована, а математика логизирована. Понятие логического рассуждения и вывода приобрело математически четкий смысл. Появился шанс решить уже возникшие в науке логические проблемы (дать определение понятия “проблема”) на новом уровне. И вот в числе 23-х наиболее актуальных математических проблем, провозглашенных Гильбертом на 2-м Международном конгрессе математиков была сформулирована и следующая: “Математическое изложение аксиом физики”. Если бы это удалось сделать, то появилась бы надежда на принципиальную достижимость идеала Лапласа. Это был бы триумф логической формы познания, доказательство бесконечной ничем не ограниченной силы логики, перед которой не только практически, даже в принципе не может быть никаких преград.

Однако в 1931 году выдающийся логик и математик современности Курт Гедель доказал свою знаменитую первую теорему - “теорему о неполноте”, согласно которой утверждение о непро-

тиворечивости формальной логической системы невозможно доказать в рамках самой этой системы, если эта логическая система непротиворечива. Если же формальная логическая система противоречива, то в ней можно доказать ЛЮБОЕ утверждение, в том числе и утверждение, что она непротиворечива.

Таким образом, попытка построения формально-логической системы, в которой было бы доказано, что она является логически полной и непротиворечивой, может привести к тому, что все грандиозное здание логики рухнет, как карточный домик, когда него вытаскивают “не ту карту”. Может показаться, что этого делать не следует, однако по мнению автора (и последователей Зен) как раз это и является “прямым и кратчайшим путем наверх”. Формальная система либо непротиворечива и неполна, либо противоречива и полна. Может быть поэтому не стоит особенно выискивать логические противоречия в Библии и других эзотерических текстах. Похоже что Истина не может быть выражена непротиворечивым способом, т.е. действительно, “гений - парадоксов друг”.

В последующем было доказано существование в любой формально-логической системе неограниченного количества таких корректно сформулированных на ее языке утверждений, которые в рамках данной системы нельзя ни доказать, ни опровергнуть. Включение любого из этих утверждений (вместе с определенным утверждением о ее истинности или ложности) в качестве аксиомы в систему аксиом данной формально-логической системы, “порождает” новую логически непротиворечивую формально-логическую систему.

Аналогично, системе распознавания всегда может быть предъявлен объект, который имеет практически нулевое сходство с образами всех сформированных в данной системе классов распознавания. Добавление данного объекта в качестве образца нового класса распознавания принципиально расширяет предметную область применимости данной системы распознавания.

Теорема Геделя доказана для всех формальных логических систем достаточно развитых, чтобы включать в себя формальную арифметику. Работа Геделя была первым строгим исследованием ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЕДУКТИВНОГО МЕТОДА ПОЗНАНИЯ ВООБЩЕ, и важнейшим и полностью обоснованным результа-

том этого исследования является вывод о том, процедуры дедуктивного и вычислительного характера обладают определенной внутренней ограниченностью, вследствие которой достаточно развитый процесс познания (начиная с математики) не может быть представлен в форме завершенной формальной системы, т.е. не может быть сведен к системе аксиом и правил вывода заключений из них. Проще говоря, ПРОЦЕСС ПОЗНАНИЯ НЕ СВОДИТСЯ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО К ФОРМАЛЬНО ЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ. О том, какие еще способы познания, кроме формально-логического, необходимы для полноценного развития достаточно сложного процесса познания, об этом в теореме Геделя содержательной информации не содержится, т.е. “она об этом говорит в отрицательной форме”. Автор предполагает, что в данном случае в теореме Геделя, “речь идет” о таких формах познания как интуиция и вдохновение, которые играют исключительно большую, часто решающую роль в творчестве всех выдающихся и гениальных ученых, особенно на первых этапах создания ими своих новаторских концепций.

Возникает также вопрос о способности формально-логической системы адекватно отражать всю полноту Реальности не только в целом, но даже в каком-либо из ее аспектов. Одно из следствий теоремы Геделя состоит в том, что по-видимому, Реальность по своей природе несводима к формально-логической схеме и в принципе не может быть полно и адекватно отражена формально-логическим средствами, т.е. в принципе невозможно построить логически полную знаковую модель, абсолютно изоморфную Реальности.

Автор считает, что теорема К.Геделя является одним из наивысших в принципе возможных достижений интеллекта, и весьма удивительным и закономерным, преисполненным глубочайшего смысла является то обстоятельство, что именно в этом своем непревзойденном взлете интеллект отчетливо увидел границы своих собственных возможностей и возможностей интеллектуальной формы познания вообще.

По мнению автора, чтобы “компенсировать” принципиальную неполноту формально-логических систем необходима другая форма познания Реальности, основанная на совершенно иных

принципах (если о ней вообще уместно говорить, что она основана на каких-то “принципах”).

Это гуманитарное, образное мышление, которое видит в богатстве ассоциаций и связей аморфных образов возможность для более тонкого изучения таких проблем, в которых применение “жестких” образов выглядит грубым, даже вульгарным, и совершенно неприемлемым. Сердце и интуиция с успехом ведут нас к таким высотам, где слова и логика бессильно замолкают.

Очевидно, оба эти способа мышления (формально-логический, т.е. вербальный, и образный, т.е. невербальный) функционально дополняют друг друга в смысле принципа дополнительности Н.Бора, т.е. полноценное познание Реальности невозможно с использованием только одного из этих способов познания.

Интересно и очень важно, что эти два способа познания поддерживаются у большинства людей различными полушариями головного мозга, т.е. существует функциональная (и даже морфологическая) асимметрия полушарий. Распределение функций по полушариям отличается у правшей и левшей, но это различие более сложное, чем просто противоположность. Нейрофизиология изучила функции полушарий используя данные о больных с поражением одного из полушарий, нарушением их взаимодействия. Но основной объем данных получен с использованием метода электрошокового торможения деятельности, который позволяет “выключить” заданное полушарие на определенное время как бы “усыпив” его, оставив при этом второе полушарие активно действующим, “бодрствующим”. При этом выявились интереснейшие и очень глубокие закономерности, основные из которых приведены ниже в таблице 2 «Функциональная асимметрия полушарий».

Грамотные китайцы, корейцы и японцы (но, конечно, не только они) пользуются одновременно иероглификой - понятийным словесным письмом, в котором каждое значение передается определенным иероглифом, и слоговой азбукой, записывающей звучание слов, но не их смысл. При поражении левого полушария у представителей этих народов страдает слоговое письмо (хиригана и катакана), но совершенно не страдает иероглифика.

Таблица 2 – Функциональная асимметрия полушарий

№	ЛЕВОЕ ПОЛУШАРИЕ	ПРАВОЕ ПОЛУШАРИЕ
1	Левое, мужское, ЯН	Правое, женское, ИНЬ
2	Звуковая **оболочка**, т.е. звучание слов	Содержание, т.е. смысл слов
3	Логическая структура речи	Интонация, “выражение” речи, смысл речи
4	Абстрактное	Конкретное
5	Знак	Значение
6	Синтаксис, грамматика	Семантика
7	Вербальное	Невербальное
8	Формальное, логическое	Наглядное, образное
9	Абстрактно-логическое “Истинное” и “ложное”, формальная “Истинность”	Конкретное “Истинное”, практическое соответствие действительности
10	Сознательное критическое мышление, все подвергающее сомнению (действие “цензора”)	Подсознание, некритическое восприятие информации “как данного”, внушение
11	Математическое (естественно-научное)	Гуманитарное
12	**Объект рассматривается как состоящий из частей. Анализ, изучение состава, признаков и свойств объектов**	**Объект рассматривается как нечто целостностное. Изучение сходств и различий объектов**
13	**Свойства и признаки рассматриваются как “метки”, “указатели” на определенные объекты. Синтез объектов по их свойствам и признакам, распознавание и идентификация объектов**	**Признак (свойство) рассматривается как нечто самостоятельное от объекта (например: “улыбка Чеширского кота”). Изучение смысловых сходств и различий между признаками**
14	Фонетическое (звуковое) письмо	Иероглифы
15	Текст, числа	Пиктограммы, графика
16	Музыкальные ритмы	Музыкальные мелодии
17	Звуки высокого тона (женская речь)	Звуки низкого тона (мужская речь)
18	Формальный анализ и планирование будущего	Эмоциональное переживание настоящего (“здесь и теперь”, вечное “сейчас”)
19	Грамматический порядок слов и знаков в тексте	Индивидуальные особенности почерка (аналог интонации)
	Звуковое чтение “по слогам”, смысл извлекается из слов только после их звукового воспроизведения, хотя бы в форме внутренней речи. Скорость извлечения смысла ограничена скоростью звукового воспроизведения (350-500 слов в минуту)	Семантическое чтение по словам - “скорочтение”, слова рассматриваются как иероглифы, непосредственно несущие смысл без необходимости их звукового воспроизведения даже в форме внутренней речи. Скорость чтения не ограничена скоростью внутренней речи и достигает до 20000 слов в минуту.
20	Глагольные предложения, формально-логическое отражение движения	Именные предложения, “телеграфный стиль” (Например: “Ночь. Улица. Фонарь. Аптека. Бессмысленный и тусклый свет.” А.Блок). Движения нет, есть вечное “здесь и сейчас”

Каждому целостному наглядному образу объекта в правом полушарии соответствует его представление в левом полушарии в виде последовательности дискретных символов (свойств - признаков). Процесс познания и понимания состоит в установлении

связи (тождества) между этими двумя альтернативными формами отражения объекта. Глубинный структура языка образуется рядом наглядных чувственно-эмоциональных образов которые облекаются во внешнюю дискретную языковую оболочку, построенную по правилам логики и грамматики, которая образует внешнюю структуру языка. В естественном языке далеко не каждое грамматически правильное сочетание слов является осмысленным предложением. Свободная генерация левым полушарием при неработающем правом грамматически правильных но бессмысленных предложений называется “вербальным бредом”. И наоборот, свободная манифестация подсознания, например в сновидениях, представляет собой осмысленный ряд образов не выраженных в языковой форме. Символы подсознания имеют, по-видимому, иероглифический характер. Здесь уместно заметить, что психоанализ, по нашему мнению, представляет собой попытку выразить содержание подсознания в форме речи, и, таким образом, осознать его. С помощью языка человек освобождается от той власти, которую имеют над ним неосознаваемые явления внутреннего и внешнего мира. И наоборот, того, чья власть признается, избегают называть по имени.

По соотношению и относительной роли соответствующих форм познания действительности вполне можно говорить о “левополушарных” и “правополушарных” культурах (цивилизациях). Так Европейская - “Западная”, а также африканская культура являются ярко выраженными “левополушарными” культурами, а Азиатская - “Восточная”, прежде всего китайская, японская, а также Русская и Индийская культура являются “правополушарными”. Люди с доминантностью левого или правого полушария, т.е. истинные “правши” или “левши” соответственно, отличаются друг от друга доминирующим типом мышления (формально-логическое или образное), а также очевидными различиями в своей ориентацией в пространстве, а также очень интересными различиями в ориентации во времени. Последнее проявляется в особенностях музыки, которая нравится правшам или левшам (ритмичная - или мелодичная соответственно), а также в том, что правши к прошлому относятся чувственно-эмоционально (переживают о нем), а к будущему формально-логически (“строят планы”), тогда как левши - наоборот: живут будущим, а к прошлому

относятся “по-философски”. Во второй половине XX века стала заметной тенденция к синтезу обоих этих видов культур. Известно также, что при переходе в высшие формы сознания функции правого и левого полушарий изменяются таким образом, что преодолевается ярко выраженная доминантность какого-либо одного из них.

Необходимо также отметить, что основное отличие напечатанного (на машинке, принтере или в типографии) текста и рукописного состоит в том, что рукописный текст содержит невербальную информацию, характеризующую самого писавшего, а не то, о чем он пишет. Информация о самом писавшем, содержащаяся в почерке, обычно рассматривается как помеха для восприятия смысла написанного (почерк может быть и “неразборчивый”), однако это верно только в том случае, если мы стремимся воспринять только этот чисто формальный смысл. Если же представляет интерес не только то что написано, но и кем написано, т.е. интересен сам автор, то рукопись имеет очевидное преимущество перед напечатанным текстом. Один лист подлинной рукописи Пушкина стоит значительно дороже, чем целый том его стихов, отпечатанный в типографии. Психографология (изучение автора по почерку) невозможна по шрифтам пишущих машинок или принтеров. Искусство каллиграфии сродни искусству писать иероглифы. Японские стихи, написанные поэтом иероглифами не могут быть напечатаны фонетической азбукой без потери очень существенной своей части, более того, сами иероглифы должны быть воспроизведены не в своем “типичном”, т.е. типографском начертании, а именно в начертании поэта, т.к. в этом содержится важный компонент его творчества и искусства.

Попытка адекватно и корректно отобразить движение логическими средствами по-видимому является исторически первой задачей при решении которой человечество впервые столкнулось с принципиальной ограниченностью самой логики (необходимо отметить, что в эзотерических учениях это было известно ВСЕГДА). Известные парадоксы (апории) Зенона, которые логически доказывают “невозможность движения вообще, а также невозможность движения с разными скоростями” в действительности доказывают лишь невозможность адекватно отразить сущность движения средствами, которые принадлежат самому миру дви-

жения, т.е. средствами субъективной относительной логики. Логика, собственными средствами осознала собственную принципиальную ограниченность в тереме Курта Геделя “О неполноте” - и это является наивысшим возможным достижением ограниченной относительной субъективной логики.

Существование этого достижения позволяет поставить задачу такого логического анализа апорий Зенона, который вскрыл бы в самой логике причины невозможности логического отражения движения. Эту же проблему можно сформулировать и в более общей и глубокой форме. Известно, что язык как таковой является не просто средством общения между людьми и людьми, но и между людьми и самой Реальностью. Поэтому с необходимостью язык является не только средством отображения Реальности, например в науке, но и сам является отображением Реальности. Очевидно, без этого он не мог бы выполнять и других своих функций. Поэтому, вообще говоря, все объекты и явления Реальности можно рассматривать как некоторые тексты на некотором языке. Вспомним самые первые слова Библии: “В Начале было Слово...”. Ясно, конечно, что это было не совсем такое слово, какие мы произносим много раз за день. То есть, в самой структуре языка отражены самые глубокие закономерности Реальности. Каждый язык отражает специфический исторический опыт познания Реальности того народа, который создал этот язык.

Фокусом логических проблем, связанных с адекватностью логического отражения движения, очевидно является логический статус глагола. Логическое мышление о движении локализовано в левом полушарии. Глагол образуется из столкновения двух результатов, двух образов - начального и конечного. Сцепление двух образов передает отношение между ними, т.е. соответствует по смыслу глаголу. Сами образы локализуются в правом полушарии и в языке отображаются существительными. Когда два существительных ставится рядом, то между ними может быть вставлен глагол, отображающий трансформацию первого существительного во второе. Например: “Зерно. Земля. Вода. Цветок.” приводит к: “Возьми зерно. Посади зерно в землю. Полей землю водой. Тогда из зерна вырастет цветок”. Однако глагол представляет собой лишь обозначение и констатацию факта процесса трансформации, но не вскрывает ***механизма*** этой трансформа-

ции. Очевидно, для отображения механизма движения необходимо представить глагол в форме цепочки существительных. Однако это требует осознания времени в форме, в которой мы сейчас осознаем пространство. Условия, при которых это возможно, требуют специального исследования и не являются общедоступными. *Поэтому логика позволяет отобразить лишь результат движения, т.е. перемещение, но не позволяет ухватить сам механизм движения.* Самая глубокая причина этой ситуации состоит в том, что сущность механизма движения и самого времени не принадлежит тому миру, в котором родилась и существует относительная субъективная логика.

До доказательства Куртом Геделем своей знаменитой теоремы “О неполноте” господствовало мнение, что парадоксы и антиномии указывают на незавершенность здания логики. Считалось, что в корректно работающем логическом аппарате парадоксов не должно быть. Гедель доказал, что формальная система либо непротиворечива и неполна, либо противоречива и полна. В то время как одни математики и логики как-то сразу смирились с принципиальной неполнотой развиваемых ими логических систем, другие начали исследования естественных и формальных языков с целью локализовать и выявить те языковые конструкции, которые и приводят к логическим парадоксам (являющимся конкретным проявлением неполноты). В этих исследованиях были выявлены так называемые “ЭГОцентрические слова” - которые имеют различный смысл, зависящий от того, кто их употребляет. В числе таких слов на первом месте без сомнения нужно назвать слово “Я” и его производные, затем все местоимения: “ОН”, “ОНА”, “ОНО”, “ОНИ”, слова “ЭТО”, “ЗДЕСЬ”, “СЕЙЧАС”, а также производные от этих слов и некоторые другие. В известном “парадоксе лжеца”: “Это утверждение, которое я здесь и сейчас делаю, ложно” эгоцентрические слова, выделенные жирным шрифтом, буквально взрывают смысл всего высказывания. В естественном языке парадокс вызывается СУБЪЕКТИВНОСТЬЮ языка, благодаря которой в самом высказывании содержаться отсылки к нему самому - в эгоцентрических словах. По мнению Бертрана Рассела, который и ввел термин “эгоцентрические слова”, “Целью как науки, так и обыденного здравого смысла является замещение изменчивой субъективности эгоцентрических

слов нейтральными общественными терминами... в этом процессе нашего избавления от субъективности истолкование эгоцентрических слов представляет собой один из существенных шагов". Исследования речи людей с "выключенным" с помощью электрошока правым полушарием показало, что в речи таких людей резко возрастает количество "эгоистических слов", в частности личных местоимений первого лица. Этот признак сближает продукты субъективной логики с "вербальным бредом". Из работ автора по измененным, в частности высшим формам сознания, следует, что процесс развития сознания можно рассматривать как процесс последовательного преодоления ЭГО. Само ЭГО имеет сложную структуру, модель которой также была предложена автором. Исходя из всего вышеизложенного автор предполагает, что в принципе возможна объективная логика, не содержащая никаких эгоцентрческих слов, но это логика не может быть логикой какого-либо существа, которое считает, что "Я есть ЭТО", или "Я есть ТО", таким образом неэгоцентрическая логика - это логика Вселенной-в-целом. Это не означает, что она недоступна никакому конечному существу, а означает лишь, что это существо должно иметь такую ФОРМУ СОЗНАНИЯ, при которой оно не отождествляет себя с какой-либо конечной материальной структурой, например структурой типа физического тела. Мышление такого существа может быть в принципе не отличается от самой Реальности (в индийском эзотеризме есть глубочайшая идея, что весь Мир - это сон Шивы). Роберт Г.Джан и Бренда Дж.Данн, наиболее выдающиеся исследователи микротелекинеза и других Ψ-явлений современными научными методами, высказывают глубокую мысль, что поскольку физическая реальность зависит от сознания (а именно это доказано ими с небывалой надежностью и убедительностью), то строго говоря не существует непреодолимого барьера между физической и психической реальностью. Из этого вытекают очень значительные мировоззренческие выводы, которые далеко выходят за границы данной монографии.

В этой связи представляет интерес глубокая аналогия между задачей Учителя (такого как И.А.Соколянский), который обучает слепо-глухо-немых и делает их полноценными членами нашего общества (видящих, слышащих и говорящих на физическом

уровне Реальности), и задачей Гуру - который ведет нас - слепых, глухих и немых на высших уровнях Реальности к высшим формам сознания. Мы все действительно являемся слепыми, глухими и немыми с точки зрения человека, у которого раскрыты центры высшего сознания (чакры). Действительно можно с полным основанием ожидать, что преодолев физическое ЭГО и перейдя в ментальное сознание человек овладеет абсолютной объективной логикой, лишенной в своей структуре тех причин неполноты, которые имеются в относительной субъективной логике и которые с наивысшей убедительностью вскрыты в теореме Курта Геделя и последовавшими за ней исследованиях Бертрана Рассела и Х.Рейхенбаха.

Что же можно сегодня сказать об этой абсолютной логике? Некоторое представление о ней можно получить, если в предельно обостренной форме поставить человека перед логическими проблемами, принципиально неразрешимыми средствами субъективной логики. Если человек решает эти проблемы - он переходит в высшую форму сознания. Такие ситуации, из которых существует только один выход, а именно выход вверх, называются в Дзен-буддизме коанами. Внешне с формальной точки зрения коаны чаще всего являются неразрешимыми парадоксами. Таким образом парадокс если и не выражает саму истину, то во всяком случае прозрачно намекает на ее существование и в определенном смысле указывает на истину. Традиция выражать некоторые высшие знания в форме парадоксов или системы взаимно исключающих высказываний (антиномий), о которых утверждается что они оба верны, глубоко укоренилась в эзотерической традиции. Учитывая результаты Геделя очевидно, что такой подход до основания разрушает субъективную логическую машину, делая её полной, но и внутренне противоречивой. Абсолютная объективная логика выходит за пределы как непротиворечивой и неполной субъективной логики, так и ее абсолютного отрицания - полной и противоречивой субъективной логики.

Рассмотрим подробнее два момента в предложенной нами концепции, имеющие с нашей точки зрения особое значение: это адаптивность и семантический анализ.

2.2. Базовая когнитивная концепция и синтез когнитивного конфигуратора

2.2.1. Понятие когнитивного конфигуратора и необходимость естественнонаучной (формализуемой) когнитивной концепции

В данном разделе приводится когнитивная концепция, разработанная автором исследования в 1998 году, с учетом двух основных требований:

1. Адекватное отражение в когнитивной концепции реальных процессов, реализуемых человеком в процессах познания.

2. Высокая степень приспособленности когнитивной концепции для формализации в виде достаточно простых математических и алгоритмических моделей, допускающих прозрачную программную реализацию в автоматизированной системе.

Определение понятия конфигуратора

Понятие конфигуратора, по-видимому, впервые предложено В.А.Лефевром, хотя безусловно это понятие использовалось и раньше, но, во-первых, оно не получало самостоятельного названия, а, во-вторых, использовалось в частных случаях и не получало теоертического обобщения.

Под конфигуратором В.А.Лефевр понимал минимальный полный набор понятийных шкал или конструктов, достаточный для адекватного описания предметной области.

Примеры конфигураторов:

1. Декартова система координат является исторически первым *геометрическим конфигуратором*, позволяющим построить аналитическую геометрию реального 3-х мерного пространства. Позже были предложены сферические, цилиндрические и другие системы координат, также позволяющие решать эту задачу.

2. Фундаментальные понятия классической механики (координаты в пространстве-времени, скорость, ускорение, перемещение, вращение, масса, энергия, импульс, сила) образуют *"классический механический конфигуратор"*, обеспечивающий адекватное описание макроскопических классических механических явлений.

Обобщениями классического механического конфигуратора являются квантовый и релятивистский конфигураторы.

3. Профессиограммы, включающие качества личности с количественной оценкой их важности для успешности профессиональной деятельности по тем или иным направлениям. При этом качества, не играющие роль в профессиограмму не входят. Таким образом, *профессиограмму можно определить как "профессиональный конфигуратор личности"*.

Понятие когнитивного конфигуратора

В исследованиях по когнитивной психологии изучается значительное количество различных операций, связанных с процессом познания. Однако, насколько известно из литературы, психологами не ставился вопрос о выделении из всего множества когнитивных операций такого минимального (базового) набора наиболее элементарных из них, из которых как составные могли бы строится другие операции. Ясно, что для выделения таких базовых когнитивных операций (БКО) необходимо построить их иерархическую систему, в фундаменте которой будут находится наиболее элементарные из них, на втором уровне – производные от них, и т.д. Таким образом, ***под когнитивным конфигуратором будем понимать минимальный полный набор базовых когнитивных операций, достаточный для представления различных процессов познания.***

Когнитивные концепции и операции

Проведенный анализ когнитивных концепций показал, что они разрабатывались ведущими психологами (Пиаже, Солсо, Найсер) без учета требований, связанных с их дальнейшей формализацией и автоматизацией. Поэтому имеющиеся концепции когнитивной психологии слабо подходят для этой цели; в когнитивной психологии не ставилась и не решалась задача конструирования когнитивного конфигуратора и, соответственно, не сформулировано понятие базовой когнитивной операции.

2.2.2. Предлагаемая когнитивная концепция

Ставить цель автоматизировать процесс познания в целом в настоящее время не вполне реалистично, но вполне возможно автоматизировать отдельные операции, выполняемые человеком в процессе познания, т.е. когнитивные операции.

Оптимальной системой когнитивных операций (когнитивным конфигуратором) будем называть такую систему, которая одновременно удовлетворяет требованиям полноты и минимальной избыточности. Когнитивные операции, образующие оптимальную систему, будем называть базовыми когнитивными операциями.

Соответственно, возникает *задача* выявления и определения базовых когнитивных операций, сделать это предлагается на основе когнитивной концепции.

Средство труда (компьютер и программная система) для автоматизации когнитивных операций будем обозначать вслед за Фукушимой термином "Когнитрон" (хотя и будем вкладывать в этот термин другой смысл, чем в теории нейронных сетей).

Автоматизация оптимальной системы когнитивных операций обеспечивает новое перераспределение функций в процессах познания и труда между человеком и средством труда в пользу последнего. Такое перераспределение функций между человеком и средством труда вполне закономерно и очень перспективно с точки зрения предложенных автором еще в 1980 году "Информационно-функциональной теории развития техники" и "Закона повышения качества базиса" и знаменуют собой новый этап развития технологий.

В данном исследовании не ставится задача рассматривать концепции, принятые в философской теории познания (гносеологии) и в психологии процессов познания (когнитивной психологии). Отметим лишь следующее:

– весь процесс возникновения наук путем последовательного "отслаивания" их предмета от предмета интегральной сверх и преднауки философии в определенной последовательности по мере усложнения предмета исследования (физика, химия, биология, история) и применения естественнонаучного метода, говорит о том, что этот метод в перспективе должен быть применен к

диалектике, логике и *теории по*знания, а в конце концов – и к постановке и решению основного вопроса философии (автор, 1979, 1990, 1994).

– *системный анализ*, как неоднократно заявляли классики системного анализа [2], *по сути дела представляет собой современное естественнонаучное воплощение диалектики.* В этом контексте учение о развитии систем путем чередования детерминистских и бифуркационных состояний представляет собой ничто иное, как естественнонаучное трактовку закона диалектики "Перехода количественных изменений в качественные". Иначе говоря, детерминистские этапы – это этапы количественного, эволюционного изменения объекта управления, а бифуркационные – этапы его качественного, революционного преобразования.

Поэтому *системный анализ рассматривается в данной работе как теоретический метод познания детерминистско-бифуркационной динамики систем*. Таким образом, ***логически системный анализ можно считать результатом выполнения программы естественнонаучного развития диалектики, хотя исторически он и возник иначе.*** Саму когнитивную психологию также в определенной мере можно рассматривать как результат выполнения программы естественнонаучного развития гносеологии.

Автоматизировать процесс познания в целом безусловно значительно сложнее, чем отдельные операции процесса познания. Но для этого прежде всего необходимо выявить эти операции и найти место каждой из них в системе или последовательности процесса познания.

Сделать это предлагается в форме когнитивной концепции, которая должна удовлетворять следующим <u>*требованиям*</u>:

– адекватность, т.е. точное отражение сущности процессов познания, характерных для человека, в частности описание процессов вербализации, семантической адаптации и семантического синтеза (уточнения смысла слов и понятий и включения в словарь новых слов и понятий);

– высокая степень детализации и структурированности до уровня достаточно простых базовых когнитивных операций;

– возможность математического описания, формализации и автоматизации.

Однако приходится констатировать, что даже концепции когнитивной психологии, значительно более конкретные, чем гносеологические, разрабатывались без учета необходимости построения реализующих их математических и алгоритмических моделей и программных систем. Более того, в когнитивной психологии из всего многообразия различных исследуемых когнитивных операций не выделены базовые, к суперпозиции и различным вариантам сочетаний которых сводятся различные процессы познания.

Поэтому *для достижения целей данного исследования* концепции когнитивной психологии мало применимы. В связи с этим в данном исследовании предлагается когнитивная концепция, удовлетворяющая сформулированным выше требованиям. Эта концепция достаточно проста, иначе было бы невозможно ее формализовать, многие ее положения интуитивно очевидны или хорошо известны. Тем ни менее эта концепция должна быть вербализована, чтобы образовать систему, позволяющую продвинуться еще на шаг к решению поставленной в данной работе проблемы: выявить базовые когнитивные операции, их содержание и последовательность. Положения когнитивной концепции приведены в определенном порядке, соответствующем реальному ходу процесса познания "от конкретных эмпирических исходных данных к содержательным информационным моделям, а затем к их верификации, адаптации и, в случае необходимости, к пересинтезу".

Системный анализ представляет собой теоретический метод познания, т.е. сложный многоступенчатый, итерационный, иерархически организованный *когнитивный процесс*.

Исходные данные для системного анализа поставляются из нескольких *независимых* информационных источников, имеющих *качественно* различную природу, которые мы будем условно называть "*органы чувств*". Данные от органов чувств также имеют качественно различную природу, обусловленную конкретным видом информационного источника. Для обозначения этих исходных данных будем использовать термин "*атрибут*". В результате выполнения когнитивной операции "присвоение имен" атрибутам могут быть присвоены уникальные имена, т.е. они могут быть отнесены к некоторым градациям номинальных шкал.

Получение информации о предметной области в атрибутивной форме осуществляется когнитивной операцией "восприятие".

Исходные данные содержат внутренние закономерности, объединяющие качественно разнородные исходные данные от различных информационных источников.

После восприятия предметной области может быть проведен ее первичный анализ путем выполнения когнитивной операции: "сопоставление опыта, воплощенного в модели, с общественным", т.е. с результатами восприятия той же предметной области другими. Это делается с целью исключения из дальнейшего анализа всех наиболее явных расхождений, как сомнительных.

Однако, закономерности в предметной области могут быть выявлены путем выполнения когнитивной операции "обобщение" только после накопления в результате мониторинга достаточно большого объема исходных данных в *памяти*.

Наличие этих закономерностей позволяют предположить, что:

– существуют некие интегративные структуры, не сводящиеся ни к одному из качественно-различных аспектов исходных данных и обладающие по отношению к ним системными, т.е. эмерджентными свойствами, которые не могут быть предметом прямого восприятия с помощью органов чувств, но могут являться предметом для других форм познания, например логической формы. Для обозначения этих структур будем использовать термин "*объект*";

– "объекты" считаются причинами существования взаимосвязей между атрибутами.

Объектам приписывается объективное существование, в том смысле, что любой объект обнаруживается несколькими независимыми друг от друга способами с помощью различных органов чувств (этот критерий объективного существования в физике называется "принцип наблюдаемости").

После обобщения возможны когнитивные операции: "определение значимости шкал и градаций атрибутов" и "определение степени сформированности шкал и градаций классов".

Путем выполнения когнитивной операции "присвоение имен" конкретным объектам могут быть присвоены уникальные имена, т.е. они могут быть отнесены к некоторым градациям но-

минальной шкалы, которые мы будем называть "*классами*". В данном случае класс представляет собой отображение объекта шкалу, т.е. это своего рода целостный образ объекта. После этого возможно выполнение когнитивной операции "идентификация" объектов, т.е. их "узнавание": при этом по атрибутам объекта определяется класс, к которому принадлежит объект. *При этом все атрибуты, независимо от их качественно различной природы, рассматриваются с одной-единственной точки зрения: "Какое количество информации они несут о принадлежности данного объекта к каждому из классов".*

Кроме того возможно выполнение когнитивной операции: "дедукция и абдукция, обратная задача идентификации и прогнозирования", имеющей очень важное значение для управления, т.е. вывод всех атрибутов в порядке убывания содержащегося в них количества информации о принадлежности к данному классу.

Аналогично, может быть выполнена когнитивная операция: "семантический анализ атрибута", представляющий собой список классов, в порядке убывания количества информации о принадлежности к ним, содержащейся в данном атрибуте.

Таким образом возможно два взаимно-дополнительных способа отображения объекта: в форме принадлежности к некоторому классу (целостное, интегральное, экстенсиональное); в форме системы атрибутов (дискретное, интенсиональное).

Дальнейшее изучение атрибутов позволяет ввести понятия "*порядковая шкала*" и "градация". Порядковая шкала представляет собой способ классификации атрибутов одного качества, обычно по степени выраженности (интенсивности). Градация – это конкретное положение или диапазон на шкале, которому ставится в соответствие конкретный атрибут, соответствующее определенной степени интенсивности. Каждому виду атрибутов, информация о которых получается с помощью определенного "органа чувств", ставится в соответствие одна шкала. Таким образом, если при анализе в номинальных шкалах, можно было в принципе ввести одну шкалу для всех атрибутов, то в порядковых шкалах каждому атрибуту будет соответствовать своя шкала.

После идентификации уникальных объектов с классами возможна их классификация и присвоение *обобщающих имен* группам похожих классов. Для обозначения группы похожих

классов используем понятие "*кластер*". Формирование кластеров осуществляется с помощью когнитивной операции "классификация". Кластер представляет собой своего рода "объект, состоящий из объектов", т.е. объект 2-го порядка. Если объект выполняет интегративную функцию по отношению к атрибутам, то кластер – по отношению к объектам.

Необходимо подчеркнуть, что термин "класс" используется не только для обозначения образов уникальных объектов, но и для обозначения их кластеров, т.е. *классу может соответствовать не уникальное, а обобщающее имя, в этом случае мы имеем дело с обобщенным классом*. Да и кластеры могут быть не только кластерами уникальных объектов, но и обобщенных классов.

Если объективное существование уникальных объектов мало у кого вызывает сомнение, то вопрос об объективном существовании интегративных структур 2-го и более высоких порядков остается открытым. В некоторых философских системах подобным объектам приписывался даже более высокий статус существования, чем самим объектам, например обычные объекты рассматриваются лишь как "тени" "Эйдосов" (Платон). Известны и другие понятия для обозначения объектов высоких порядков, например "архетип" (Юм), "эгрегор" (Андреев) и др. Нельзя не отметить, что в современной физике (специальной и общей теории относительности) есть подобное понятие пространственно-временного интервала, который проявляется как *движение* объекта. По-видимому, статус существования структур реальности, отражаемых когнитивными структурами тем выше, чем выше интегративный уровень этих структур.

Являясь объектами 2-го порядка сами кластеры в результате выполнения когнитивной операции "генерация конструктов" могут быть классифицированы по степени сходства друг с другом. Для обозначения системы двух противоположных кластеров, с "спектром" промежуточных кластеров между ними, будем использовать термин "*бинарный конструкт*", при этом сами противоположные кластеры будем называть "*полюса бинарного конструкта*". Таким образом конструкт представляет собой объект 3-го порядка.

Словом "бинарный" определяется, что в данном случае полюсов у конструкта всего два, но этим самым подчеркивается,

что в принципе их может быть 3, 4 и больше. Бинарный конструкт можно формально представить в виде порядковой шкалы или даже шкалы отношений, на которой градациям соответствуют кластеры, а значит и сами классы и соответствующие объекты. Конструкты с количеством полюсов больше 2 могут быть представлены графически в форме семантических сетей в которых полюса являются вершинами, а дуги имеют цвет и толщину, соответствующие степени сходства-различия этих вершин. Семантические сети можно считать также просто графической формой представления результатов кластерного анализа.

Аналогично кластерам и конструктам классов формируются кластеры и конструкты атрибутов. В кластеры объединяются атрибуты, имеющие наиболее сходный смысл. В качестве полюсов конструктов выступают кластеры атрибутов, противоположных по смыслу.

Бинарные конструкты классов и атрибутов представляет собой когнитивные структуры, играющие огромную роль в процессах познания. Не будет преувеличением сказать, что познание представляет собой процесс генерации, совершенствования и применения конструктов. Будем считать, что конструкт тем более совершенен и тем выше его качество, чем сильнее отличаются его полюса, т.е. чем больше диапазон его области значений.

В кластерном анализе определялась степень сходства или различия классов, а не то, чем конкретно сходны или отличаются. При выполнении когнитивной операции "содержательное сравнение" двух классов определяется вклад каждого атрибута в их сходство или различие. Результаты содержательного сравнения выводятся в наглядной графической форме когнитивных диаграмм, в которых изображаются информационные портреты классов с наиболее характерными и нехарактерными для них атрибутами и атрибуты разных классов соединяются линиями, цвет и толщина которых соответствуют величине и знаку вклада этих атрибутов в сходство или различие данных классов.

Результаты идентификации и прогнозирования, осуществленные с помощью модели, путем выполнения когнитивной операции "верификация" сопоставляются с опытом, после чего определяется выполнять ли когнитивную операцию "обучение", состоящую в том, что параметры модели могут изменяться количе-

ственно, и тогда мы имеем дело с адаптацией, или качественно, и тогда идет речь о переформировании модели.

2.2.3. Предлагаемый когнитивный конфигуратор

Таким образом из предложенной когнитивной концепции вытекает существование по крайней мере 10 базовых когнитивных операций к которым сводятся процедуры системного анализа (таблица 3):

Таблица 3 – Обобщенный список БКОСА (когнитивный конфигуратор)

№ п/п	Код БКОСА по схеме АСК-анализа	Полное наименование БКОСА
1.	1.	Присвоение имен классам и атрибутам (интенсиональная и экстенсиональная репрезентация)
2.	2.	Восприятие
3.	3.	Обобщение (синтез, индукция)
4.	4.	Абстрагирование классов и атрибутов
5.	5.	Оценка адекватности модели
6.	7.	Сравнение, идентификация и прогнозирование
7.	9.	Анализ (дедукция и абдукция) классов и атрибутов
8.	10.1, 10.2.	Классификация и генерация конструктов классов и атрибутов
9.	10.3, 10.4.	Содержательное сравнение классов и атрибутов
10.	11.	Планирование и принятие решений о применении системы управляющих факторов

Необходимо отметить, что классификация операций системного анализа по В.М.Казиеву ближе всего к позиции, излагаемой в данной работе, т.к. этим автором названы 6 из 10 базовых когнитивных операций системного анализа: формализация; синтез (индукция); абстрагирование; анализ (дедукция); распознавание, и идентификация образов; классификация. Вместе с тем им не приводятся математическая модель, алгоритмы и инструментарий реализации этих операций и не ставится задача их разработки, кроме того некоторые из них приведены дважды под разными названиями, например: анализ и синтез это *тоже самое*, что дедукция и индукция.

По-видимому, впервые идея сведения мышления и процессов познания к когнитивным операциям была четко сформулиро-

вана в V веке до н.э.: *"Сущность интеллекта проявляется в способностях обобщения, абстрагирования, сравнения и классификации"* (цит.по пам., Патанжали, Йога-Сутра).

Эти операции представляют собой иерархическую систему: 1-е является элементарными, 2-е используют 1-е в качестве элементов в схеме обработки информации, и т.д. Поэтому на очередность (последовательность) выполнения этих операций существуют определенные ограничения: операции более высокого уровня иерархии (интегративности) не могут быть выполнены раньше операций предыдущих уровней иерархии.

2.3. Формализация базовых когнитивных операций системного анализа

2.3.1. Исходные теоретические положения когнитивной концепции

В этой связи нами предложена формализуемая когнитивная концепция, *не претендующая на вклад в когнитивную психологию*, но удовлетворяющая требованиям, вытекающим из существа исследования.

Исходные положения этой когнитивной концепции:

1) процессы познания обеспечивают в целом адекватное отражение процессов природы и общества;

2) некоторые когнитивные (познавательные) операции возможно представить в виде математических и алгоритмических моделей (формализовать);

3) формализованные модели когнитивных операций допускают программную реализацию, т.е. передачу соответствующих функций, ранее выполнявшихся только человеком, интеллектуальным средствам труда. Это обеспечивает возможность выполнения данных функций вне ограничений, присущих человеку и высвобождает его ресурсы для выполнения более творческих функций.

На базе выше сформулированных положений построена целостная система взглядов на процесс познания, т.е. **когнитивная концепция** (рисунок 9):

УРОВЕНЬ СМЫСЛА	СПОСОБ МЫШЛЕНИЯ	БАЗОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА		КОГНИТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ
7	ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ (ЛЕВОПОЛУШАРНЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ СПОСОБ МЫШЛЕНИЯ)			СИСТЕМА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПАРАДИГМ РЕАЛЬНОСТИ
6				ТЕКУЩАЯ ПАРАДИГМА РЕАЛЬНОСТИ
5		КОНСТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ		БИНАРНЫЕ КОНСТРУКТЫ (СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ КЛАСТЕРОВ)
4		КЛАССИФИКАЦИЯ (КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ), КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА В ФОРМЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ		КЛАСТЕРЫ (ГРУППЫ НАИБОЛЕЕ СХОДНЫХ КЛАССОВ)
3		СИСТЕМНОЕ ИНТЕГРАЛЬНО-ДИСКРЕТНОЕ ОПИСАНИЕ ПРИМЕРОВ КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ (БАЗА ПРЕЦЕДЕНТОВ)	ОБОБЩЕНИЕ (СИНТЕЗ, ИНДУКЦИЯ) ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, АБСТРАГИРОВАНИЕ, ДЕДУКЦИЯ И АБДУКЦИЯ, СРАВНЕНИЕ, СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ, КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА В ФОРМЕ КОГНИТИВНЫХ ДИАГРАММ	ОБОБЩЕННЫЕ КАТЕГОРИИ ОБЪЕКТОВ (КЛАССЫ), ИМЕЮЩИЕ ИМЕНА КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ
2	ЧУВСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ (ПРАВОПОЛУШАРНЫЙ ДИСКРЕТНЫЙ СПОСОБ МЫШЛЕНИЯ)		СИНТЕЗ ЧУВСТВЕННОГО ОБРАЗА КОНКРЕТНОГО ОБЪЕКТА	ЧУВСТВЕННЫЕ ОБРАЗЫ КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ИМЕНА
1			ЧУВСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ	ДИСКРЕТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОТОКА ЧУВСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ. ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ

Рисунок 9. Обобщенная схема предлагаемой когнитивной концепции

Суть предложенной когнитивной концепции состоит в том, что процесс познания рассматривается как многоуровневая иерархическая система обработки информации, в которой каждый последующий уровень является результатом интеграции элементов предыдущего уровня. На 1-м уровне этой системы находятся дискретные элементы потока чувственного восприятия, которые на 2-м уровне интегрируются в чувственный образ конкретного объекта. Те, в свою очередь, на 3-м уровне интегрируются в обобщенные образы классов и факторов, образующие на 4-м уровне кластеры, а на 5-м конструкты. Система конструктов на 6-м уровне образуют текущую парадигму реальности (т.е. человек познает мир путем синтеза и применения конструктов). На 7-м же уровне обнаруживается, что текущая парадигма не единственно-возможная.

Ключевым для когнитивной концепции является понятие **факта**, под которым понимается соответствие дискретного и интегрального элементов познания (т.е. элементов разных уровней интеграции-иерархии), обнаруженное на опыте. Факт рассматри-

вается как квант смысла, что является основой для его формализации. Таким образом, происхождение смысла связывается со своего рода "разностью потенциалов", существующей между смежными уровнями интеграции-иерархии обработки информации в процессах познания.

1. Процесс познания начинается с чувственного восприятия. Различные органы восприятия дают качественно-различную чувственную информацию в форме дискретного потока *элементов восприятия*. Эти элементы формализуются с помощью описательных шкал и градаций.

2. В процессе накопления опыта выявляются взаимосвязи между элементами чувственного восприятия: одни элементы часто наблюдаются с другими (имеет место их пространственно-временная корреляция), другие же вместе встречаются достаточно редко. Существование устойчивых связей между элементами восприятия говорит о том, что они отражают некую реальность, *интегральную* по отношению к этим элементам. Эту реальность будем называть объектами восприятия. Рассматриваемые в *единстве* с объектами элементы восприятия будем называть *признаками* объектов. Таким образом, органы восприятия дают чувственную информацию о признаках наблюдаемых объектов, процессов и явлений окружающего мира (объектов). Чувственный образ конкретного объекта представляет собой систему, возникающую как результат *процесса* синтеза признаков этого объекта. В условиях усложненного восприятия синтез чувственного образа объекта может быть существенно замедленным и даже не завершаться успехом в реальном времени.

3. Человек присваивает конкретным объектам названия (имена) и сравнивает объекты друг с другом. При сравнении выясняется, что одни объекты в различных степенях сходны по их признакам, а другие отличаются. Сходные объекты объединяются в обобщенные категории (классы), которым присваиваются имена, производные от имен входящих в категорию конкретных объектов. Классы формализуются с помощью классификационных шкал и градаций и обеспечивают интегральный способ описания действительности. Путем обобщения (синтеза, индукции) информации о признаках конкретных объектов, входящих в те или иные классы, формируются обобщенные образы классов. Накоп-

ление опыта и сравнение обобщенных образов классов друг с другом позволяет определить степень характерности признаков для классов, смысл признаков и ценность каждого признака для идентификации конкретных объектов с классами и сравнения классов, а также исключить наименее ценные признаки из дальнейшего анализа без существенного сокращения количества полезной информации о предметной области (абстрагирование). Абстрагирование позволяет существенно сократить затраты внутренних ресурсов системы на анализ информации. Идентификация представляет собой процесс узнавания, т.е. установление соответствия между чувственным описанием объекта, как совокупности дискретных признаков, и неделимым (целостным) именем класса, которое ассоциируется с местом и ролью воспринимаемого объекта в природе и обществе. Дискретное и целостное восприятие действительности поддерживаются как правило различными полушариями мозга: соответственно, правым и левым (доминантность полушарий). Таким образом именно *системное* взаимодействие интегрального (целостного) и дискретного способов восприятия обеспечивает возможность установление *содержательного смысла* событий. При выполнении когнитивной операции "содержательное сравнение" двух классов определяется вклад каждого признака в их сходство или различие.

4. После идентификации уникальных объектов с классами возможна их классификация и присвоение *обобщающих имен* группам похожих классов. Для обозначения группы похожих классов используем понятие "*кластер*". Но и сами кластеры в результате выполнения когнитивной операции "генерация конструктов" могут быть классифицированы по степени сходства друг с другом. Для обозначения системы двух противоположных кластеров, с "спектром" промежуточных кластеров между ними, будем использовать термин "*бинарный конструкт*", при этом сами противоположные кластеры будем называть "*полюса бинарного конструкта*". Бинарные конструкты классов и атрибутов, т.е. конструкты с двумя полюсами, наиболее типичны для человека и представляет собой когнитивные структуры, играющие огромную роль в процессах познания. Достаточно сказать, что *познание можно рассматривать как процесс генерации, совершенствования и применения конструктов*. Качество конструкта тем

выше, чем сильнее отличаются его полюса, т.е. чем больше диапазон его смысла.

Результаты идентификации и прогнозирования, осуществленные с помощью модели, путем выполнения когнитивной операции "верификация" сопоставляются с опытом, после чего определяется целесообразность выполнения когнитивной операции "обучение". При этом может возникнуть три основных варианта, которые на рисунке 10 обозначены цифрами:

1. Объект, входит в обучающую выборку и достоверно идентифицируется (внутренняя валидность, в адаптации нет необходимости).

2. Объект, не входит в обучающую выборку, но входит в исходную генеральную совокупность, по отношению к которой эта выборка репрезентативна, и достоверно идентифицируется (внешняя валидность, добавление объекта к обучающей выборке и адаптация модели приводит к количественному уточнению смысла признаков и образов классов).

3. Объект не входит в исходную генеральную совокупность и идентифицируется недостоверно (внешняя валидность, добавление объекта к обучающей выборке и синтез модели приводит к качественному уточнению смысла признаков и образов классов, исходная генеральная совокупность расширяется).

Рисунок 10. К пояснению смысла понятий: "Адаптация и синтез когнитивной модели предметной области", "Внутренняя и внешняя валидность информационной модели",

2.3.2. Когнитивный конфигуратор и базовые когнитивные операции системного анализа

Познание предметной области с одной стороны безусловно является фундаментом, на котором строится все грандиозное здание системного анализа, а с другой стороны, процессы познания являются связующим звеном, органично объединяющим "блоки" принципов и методов системного анализа в стройное здание. Более того, процессы познания буквально пронизывают все методы и принципы системного анализа, входя в них как один из самых существенных элементов.

Однако, на этом основании неверным будет представлять, что когнитивные операции являются подмножеством понятия "системный анализ", скорее наоборот: ***системный анализ представляет собой один из теоретических методов познания***, ***представимый в форме определенной последовательности когнитивных операций,*** *тогда как другие последовательности этих операций позволяют образовать другие формы теоретического познания.*

Поэтому разработка математических моделей, алгоритмов и программных систем, обеспечивающих ***автоматизацию применения когнитивной концепции в системном анализе***, является актуальной научной и технической проблемой, заслуживающей внимания и усилий, как исследователей, так и разработчиков.

Сложность решения этой важнейшей проблемы состоит в ее ярко выраженном системном, комплексном, междисциплинарном характере, что определяет необходимость для ее решения активно и нетривиально использовать знания из таких областей науки, как когнитивная психология, системный анализ, математическое моделирование, теория информации, теория распознавания образов и принятия решений, а также применить на практике технологии программной реализации систем интеллектуального анализа данных и искусственного интеллекта.

Безусловно, в решении данной проблемы существует неограниченное поле деятельности для психологов, но в данной рабо-

те внимание акцентируется на научно-техническом аспекте, а именно на разработке соответствующих математических моделей, алгоритмов, программных систем, а также методологии, технологии и методики их применения для синтеза рефлексивных АСУ активными объектами.

В данной работе предлагается разрабатывается обоснованный вариант решения этой междисциплинарной проблемы. Вместе с тем этим самым не решается глобальная проблема автоматизации системного анализа, а лишь совершается один шаг в этом чрезвычайно перспективном направлении.

Конкретно путь достижения этой цели состоит в разработке:

1. Аналитической модели, позволяющей заложить основы для автоматизации когнитивных операций.

2. Алгоритмических моделей базовых когнитивных операций, обеспечивающих уровень конкретизации, позволяющий непосредственно приступить к их программной реализации.

Поэтому далее рассмотрим базовые когнитивные операции системного анализа и возможности их применения в рефлексивном управлении активными объектами.

2.3.3. Задачи формализации базовых когнитивных операций системного анализа

Выбор единой интерпретируемой численной меры для классов и атрибутов

При построении модели объекта управления одной из принципиальных проблем является выбор формализованного представления для индикаторов, критериев и факторов (далее: факторов). Эта проблема распадается на две подпроблемы:

1. Выбор и обоснование <u>смысла</u> выбранной численной меры.

2. Выбор <u>математической формы</u> и способа определения (<u>процедуры</u>, алгоритма) количественного выражения для значений, отражающих степень взаимосвязи факторов и будущих состояний АОУ.

Рассмотрим требования к численной мере, определяемые существом подпроблем. Эти требования вытекают из необходимости совершать с численными значениями факторов математические операции (сложение, вычитание, умножение и деление), что в свою очередь необходимо для построения полноценной математической модели.

Требование 1: из формулировки 1-й подпроблемы следует, что все факторы должны быть приведены к некоторой общей и универсальной для всех факторов единице измерения, имеющей какой-то смысл, причем смысл, поддающийся единой сопоставимой в пространстве и времени интерпретации.

Традиционно в специальной литературе рассматриваются следующие смысловые значения для факторов:

– стоимость (выигрыш-проигрыш или прибыль-убытки);

– полезность;

– риск;

– корреляционная или причинно-следственная взаимосвязь.

Иногда предлагается использовать безразмерные меры для факторов, однако, этот вариант не является удовлетворительным, т.к. не позволяет придать смысл факторам и получить *содержательную интерпретацию* выводов, полученных на основе математической модели.

Таким образом, возникает ключевая при выборе численной меры проблема выбора смысла, т.е. по сути единиц измерения, для индикаторов, критериев и факторов.

Требование 2: высокая степень адекватности предметной области.

Требование 3: высокая скорость сходимости при увеличении объема обучающей выборки.

Требование 4: высокая независимость от артефактов.

Что касается конкретной математической формы и процедуры определения числовых значений факторов в выбранных единицах измерения, то обычно применяется метод взвешивания экспертных оценок, при котором эксперты предлагают свои оценки, полученные, как правило,

неформализованным путем. При этом сами эксперты также обычно ранжированы по степени их компетентности. *Фактически при таком подходе числовые значения факторов является не определяемой, искомой, а исходной величиной*. Иначе обстоит дело в факторном анализе, но в этом методе, опять же на основе экспертных оценок важности факторов, требуется предварительно, т.е. перед проведением исследования, принять решение о том, какие факторы исследовать (из-за жестких ограничений на размерность задачи в факторном анализе). Таким образом оба эти подхода реализуемы при относительно небольших размерностях задачи, что с точки зрения достижения целей настоящего исследования, является недостатком этих подходов.

Поэтому самостоятельной и одной из ключевых проблем является обоснованный и удачный выбор математической формы для численной меры индикаторов и факторов.

Эта математическая форма с одной стороны должна удовлетворять предыдущим требованиям, прежде всего требованию 1, а также должна быть процедурно вычислимой, измеримой.

Выбор неметрической меры сходства объектов в семантических пространствах

Существует большое количество мер сходства, из которых можно было бы упомянуть скалярное произведение, ковариацию, корреляцию, евклидово расстояние, расстояние Махалонобиса и другие.

Проблема выбора меры сходства состоит в том, что при выбранной численной мере для координат классов и факторов она должна удовлетворять определенным критериям:

1. Обладать высокой степенью адекватности предметной области, т.е. высокой валидностью, при различных объемах выборки, как при очень малых, так и при средних и очень больших.

2. Иметь обоснованную, четкую, ясную и интуитивно понятную интерпретацию.

3. Быть нетрудоемкой в вычислительном отношении.

4. Обеспечивать корректное вычисление меры сходства для пространств с неортонормированным базисом.

Из требования 4 сразу следует, что *Евклидово расстояние d_{jk} между j-м и k-м классами не подходит в качестве метрики*, т.к. оно предполагает ортонормированность пространства:

$$d_{jk} = \sqrt[2]{\sum_{i=1}^{A}\left(I_{ij} - I_{ik}\right)^2}$$

Известно, что для неортнормированного базиса может быть использовано расстояние Махаланобиса. Однако и одно не удовлетворяет сформулированным требованиям, т.к. дает не расстояние между векторами, а расстояние от некоторого центра масс (центроида).

Поэтому в данном исследовании предложено использовать в качестве меры сходства скалярное произведение векторов, а также нормированное скалярное произведение, т.е. по сути дела корреляцию. При этом координаты векторов должны представлять их проекции на оси координат неортонормированного базиса.

Определение идентификационной и прогностической ценности атрибутов

Не все факторы имеют одинаковую ценность для решения задач идентификации, прогнозирования и управления. Традиционно считается, что факторы имеют одинаковую ценность только в тех случаях (обычно в психологии), когда определить их действительную ценность не представляется возможным по каким-либо причинам.

Для достижения целей, поставленных в данном данном исследовании, необходимо решить проблему определения ценности факторов, т.е. разработать математическую модель и алгоритм, которые допускают программную реализацию и обеспечивают на

практике определение идентификационной и прогностической ценности факторов.

Ортонормирование семантических пространств классов и атрибутов (Парето-оптимизация)

Если не все факторы имеют одинаковую ценность для решения задач идентификации, прогнозирования и управления, то возникает проблема исключения из системы факторов тех из них, которые не представляют особой ценности. Удаление малоценных факторов вполне оправданно и целесообразно, т.к. сбор и обработка информации по ним в среднем связана с такими же затратами времени, вычислительных и информационных ресурсов, как и при обработке ценных факторов. В этом состоит идея Парето-оптимизации. Однако это удаление должно осуществляться при вполне определенных граничных условиях, характеризующих результирующую систему:

– адекватность модели;

– количество признаков на класс;

– суммарное количество градаций признаков в описательных шкалах.

В противном случае удаление факторов может отрицательно сказываться на качестве решения задач.

Проблема состоит в том, что факторы вообще говоря коррелируют друг с другом и поэтому их ценность может изменяться при удалении любого из них, в том числе и наименее ценного. Поэтому просто взять и удалить наименее ценные факторы не представляется возможным и необходимо разработать корректный вычислительный алгоритм обеспечивающий решение этой проблемы при заданных граничных условиях.

2.3.4. Структурирование системного анализа до уровня базовых когнитивных операций

На рисунке 11 наглядно прослеживается сходство с когнитивным анализом.

Рисунок 11. Обобщенная схема этапов АСК-анализа

Это естественно, т.к. системный анализ рассматриваться многими авторами, как одна из форм теоретического познания. Учитывая это и с целью создания условий для дальнейшей декомпозиции системного анализа до уровня, достаточного для разработки алгоритмов и программной реализации, предлагается структурировать системный анализ до уровня базовых когнитивных операций.

В порядке обсуждения предлагается рассматривать системный анализ, структурированный до уровня базовых когнитивных операций, как системно-когнитивный анализ (СК-анализ). Необходимо отметить, что впервые понятие "СК-анализ" предложено А.Е.Кибрик и Е.А.Богдановой в работе: "Русская лексема САМ: системно-когнитивный анализ" (Вопросы языкознания, 3, 1995). Однако этими авторами данное понятие было введено в другой предметной области, ими в это понятие не вкладывалось то содержание, которое вкладываем мы, ***но главное ими не ставилась и не решалась задача автоматизации СК-анализа***.

В связи с тем, что СК-анализ структурируется нами до уровня БКОСА, его автоматизация становится решаемой на практике задачей, в отличие от автоматизация непосредственно системного анализа или детализированного системного анализа.

Отсюда органично вытекает ***2-й этап решения проблемы – структурирование системного анализа до уровня базовых когнитивных (познавательных) операций.***

Учитывая структуру когнитивного конфигуратора (таблица 4) конкретизируем обобщенную схему этапов системного анализа, ориентированного на интеграцию с когнитивными технологиями (рисунок 11), в результате чего получим обобщенную схему этапов АСК-анализа [7]. *Предложенная схема представляет собой схему системного анализа, структурированного до уровня базовых когнитивных операций (АСК-анализа).* Нумерация блоков на рисунке 11 соответствует этапам СА в таблице 5.

Схема, АСК-анализа, представленная на рисунке 11 определяет место каждой из базовых когнитивной операций в системном анализе.

2.3.5. Описание алгоритмов базовых когнитивных операций системного анализа

В данном разделе приведены 24 детальных алгоритма всех 10 базовых когнитивных операций системного анализа (таблицы 4 и 5), коды которых полностью соответствуют схеме АСК-анализа (рисунок 11).

Таблица 4 – Базовые когнитивные операции системного анализа (БКОСА)

№ п/п	Код БКОСА по схеме АСК-анализа	Полное наименование БКОСА
1.	1.	Присвоение имен классам и атрибутам (интенсиональная и экстенсиональная репрезентация)
2.	2.	Восприятие
3.	3.	Обобщение (синтез, индукция)
4.	4.	Абстрагирование классов и атрибутов
5.	5.	Оценка адекватности модели
6.	7.	Сравнение, идентификация и прогнозирование
7.	9.	Анализ (дедукция и абдукция) классов и атрибутов
8.	10.1, 10.2.	Классификация и генерация конструктов классов и атрибутов
9.	10.3, 10.4.	Содержательное сравнение классов и атрибутов
10.	11.	Планирование и принятие решений о применении системы управляющих факторов

В таблице 5 приведена структура каждой базовой когнитивной операции и даны наименования программных модулей и функций Универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос", реализующих данные когнитивные операции.

Таблица 5 – Соответствие БКОСА программным модулям, процедурам и функциям системы "Эйдос"

№ п/п	Код БКОСА по схеме АСК-анализа	Полное наименование БКОСА	Наименование программного модуля системы "Эйдос"	Наименование процедуры (функции)
1.	1.1.	Присвоение имен классам (интенсиональная, интегральная репрезентация)	DBE_NSI	DbeObj
2.	1.2.	Присвоение имен атрибутам (экстенсиональная, дискретная репрезентация)	DBE_NSI	DbeProb
3.	2.1.	Восприятие и запоминание исходной обучающей информации	INPOBINF1	InpObInf
4.	2.2.	Репрезентация. Сопоставление индивидуального опыта с коллективным (общественным)	AUTO_REP	GenReprWib
5.	3.1.1.	Обобщение (синтез, индукция). Накопление первичных данных	PAKOBSYS	PakObSysAbs
6.	3.1.2.	Обобщение (синтез, индукция). Исключение артефактов	PAKOBSYS	Pirs_flt
7.	3.1.3.	Обобщение (синтез, индукция). Расчет степени истинности содержательных смысловых связей между предпосылками и результатами (обобщенных таблиц решений)	PAKOBSYS	PakObSysInf
8.	3.2.	Определение значимости шкал и градаций факторов, уровней Мерлина	PAKOBSYS	PakObSysInf
9.	3.3.	Определение значимости шкал и градаций классов, уровней Мерлина	PAKOBSYS	PakObSysInf
10.	4.1.	Абстрагирование факторов (снижение размерности семантического пространства факторов)	DBEOPANK	AutoOptAnk
11.	4.2.	Абстрагирование классов (снижение размерности семантического пространства классов)	DBEOPOBJ	AutoOptObj
12.	5.	Оценка адекватности информационной модели предметной области	VALIDSYS	Valid_Sys GenValidSys
13.	7.	Идентификация и прогнозирование. Распознавание состояний конкретных объектов (объектный анализ)	PAK_RASP	PakRasp
14.	9.1.	Дедукция и абдукция классов (семантический анализ обобщенных образов классов, решение обратной задачи прогнозирования)	INF_POBJ	GenPorObj
15.	9.2.	Дедукция и абдукция факторов (семантический анализ факторов)	INF_PPRP	GenPorPrPe
16.	10.1.1.	Классификация обобщенных образов классов	KLAS_OBJ	KlastObj
17.	10.1.2.	Формирование бинерных конструктов классов	KLAS_OBJ	GenKlObj
18.	10.1.3.	Визуализация семантических сетей классов	KLAS_GR	GrKl_Obj
19.	10.2.1.	Классификация факторов	KLAS_ATT	KlastPrPe
20.	10.2.2.	Формирование бинерных конструктов факторов	KLAS_ATT	GenKlPrPe
21.	10.2.3.	Визуализация семантических сетей факторов	KLAS_GR	GrKl_Att
22.	10.3.1.	Содержательное сравнение классов	RELATOBJ	RelObjPcx
23.	10.3.2.	Расчет и отображение многомногозначных когнитивных диаграмм, в т.ч. диаграмм Мерлина	RELATOBJ	RelObjPcx
24.	10.4.1.	Содержательное сравнение факторов	RELATATT	RelAttPcx
25.	10.4.2.	Расчет и отображение многомногозначных когнитивных диаграмм, в т.ч. инвертированных диаграмм Мерлина	RELATOBJ	RelAttPcx
26.	11.	Многовариантное планирование и принятие решения о применении системы управляющих факторов	---	---

Детальные алгоритмы базовых когнитивных операций системного анализа приведены на рисунках 12-35 [7].

БКОСА-2.1. "Восприятие и запоминание исходной обучающей информации"

В базы данных вводятся двухвекторные (дискретно-интегральные) описания объектов, включающие как их описание на языке признаков, так и принадлежность к определенным классификационным категориям – классам.

БКОСА-2.2. "Репрезентация. Сопоставление индивидуального опыта с коллективным (общественным)"

В ряде случаев, особенно при проведении политологических исследований, необходимо, чтобы исследуемая выборка корректно представляла генеральную совокупность не только в смысле традиционно понимаемой репрезентативности, но и по распределению респондентов по категориям (т.е. структурно) соответствовала ей. Добиться этого путем подбора объектов для исследования затруднительно, т.к. каждый объект может относится одновременно ко многим классификационным категориям. Данный алгоритм обеспечивает выборку из исследуемого множества объектов последовательных подмножеств, наиболее близких по частотному распределению объектов по категориям к заданному распределению. Данная операция называется также "взвешивание или ремонт данных".

БКОСА-3.1.1. "Обобщение (синтез, индукция). Накопление первичных данных"

На основе анализа обучающей выборки обеспечивается накопление в базах данных первичных элементов смысла, т.е. фактов, состоящих в том, что определенный признак встретился у объекта определенного класса.

БКОСА-3.1.2. "Обобщение (синтез, индукция). Исключение артефактов"

При отсутствии статистики невозможно отличить закономерные факты от не вписывающихся в общую складывающуюся картину и искажающих ее, т.е. артефактов. При накоплении же достаточной статистики это возможно и данный алгоритм позволяет выявить и исключить из дальнейшего анализа артефакты. Необходимо отметить, что в результате действия данного алгоритма существенно повышается качество содержательной модели предметной области, в частности ее валидность.

БКОСА-3.1.3. "Обобщение (синтез, индукция). Расчет степени истинности содержательных смысловых связей между предпосылками и результатами (обобщенных таблиц решений)"

Непосредственно на основе матрицы абсолютных частот позволяет вычислить количество информации, содержащейся в факте наблюдения у некоторого объекта определенного признака

о том, что данный объект принадлежит к определенной классификационной категории.

БКОСА-3.2. "Определение значимости шкал и градаций факторов, уровней Мерлина"

Рассчитывается среднее количество информации, которое система управления получает о поведении АОУ из фактов о действии тех или иных факторов и их значений. Кроме того, если факторы классифицированы независимым способом по уровням Мерлина, то определяется и значимость этих уровней.

БКОСА-3.3. "Определение значимости шкал и градаций классов, уровней Мерлина"

Рассчитывается среднее количество информации, которое система управления получает из одного признака, если известен класс. Если классы относятся к уровням Мерлина, то определяется и их значимость.

БКОСА-4.1. "Абстрагирование факторов (снижение размерности семантического пространства факторов)"

С помощью метода последовательных приближений (итерационный алгоритм) при заданных граничных условиях снижается размерность пространства атрибутов без существенного уменьшения его объема. Критерий остановки итерационного процесса – достижение одного из граничных условий.

БКОСА-4.2. "Абстрагирование классов (снижение размерности семантического пространства классов)"

С помощью метода последовательных приближений (итерационный алгоритм) при заданных граничных условиях снижается размерность пространства классов без существенного уменьшения его объема. Критерий остановки итерационного процесса – достижение одного из граничных условий.

БКОСА-5. "Оценка адекватности информационной модели предметной области"

Осуществляется идентификация объектов обучающей выборки (классификационный вектор которых уже известен) и затем рассчитывается средневзвешенная погрешность идентификации (интегральная валидность), а также погрешность идентификации с каждым классом (дифференциальная валидность). Если модель имеет приемлемый уровень адекватности, то принимается решение о возможности ее использования в адаптивном режиме

на объектах, не входящих в обучающую выборку, но относящихся к генеральной совокупности, по отношению к которой эта выборка репрезентативна. Если же модель недостаточно адекватна, то продолжаются работы по синтезу адекватной модели путем увеличения количества классов и факторов, а также корректировки описаний объектов обучающей выборки и увеличения их количества.

БКОСА-7. "Сравнение, идентификация и прогнозирование. Распознавание состояний конкретных объектов (объектный анализ)"

Рассчитывается количество информации, содержащееся в описании идентифицируемого объекта о его принадлежности к каждому из классов. Все классы ранжируются в порядке убывания количества информации о принадлежности к ним в описании данного объекта. Таким образом, вектор объекта разлагается в ряд по векторам классов. Кроме того все объекты ранжируются в порядке убывания сходства с каждым классом. Таким образом, вектор класса разлагается в ряд по векторам объектов.

БКОСА-9.1. "Дедукция и абдукция классов (семантический анализ обобщенных образов классов, решение обратной задачи прогнозирования)"

Координаты вектора класса (т.е. факторы) ранжируются в порядке убывания их значений. Таким образом, в начале списка оказываются факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на переход АОУ в состояние, соответствующее данному классу, а в конце списка – препятствующие этому. Это позволяет выбрать факторы для управляющего воздействия, целью которого является перевод АОУ в состояние, соответствующее данному классу. Механизм фильтрации позволяет "изолированно" рассматривать влияние различных групп факторов: например, факторов, характеризующих объект управления, управляющую систему или окружающую среду.

БКОСА-9.2. "Дедукция и абдукция факторов (семантический анализ факторов)"

Классы ранжируются в порядке убывания влияния данного фактора на переход АОУ в состояния, соответствующие этим классам. В начале списка оказываются состояния, на переход в которые данный фактор оказывает наибольшее влияние, а в кон-

це – на переход в которые данный фактор препятствует. Этот список является развернутой характеристикой смысла фактора.

БКОСА-10.1.1. "Классификация обобщенных образов классов"

Сравниваются вектора классов и формируется диагональная матрица сходства классов, в которой по обоим осям расположены коды классов а в клетках находятся нормированные коэффициенты, численно отражающие степень сходства или различия векторов соответствующих классов.

БКОСА-10.1.2. "Формирование бинерных конструктов классов"

На основе матрицы сходства классов для каждого из них формируется ранжированный список остальных, в котором они расположены в порядке убывания сходства с данным классом. Такие списки представляют собой бинарные конструкты, а их полюса соответствуют кластерам.

БКОСА-10.1.3. "Визуализация семантических сетей классов"

На основе матрицы сходства классов визуализируются ориентированные графы, вершинам которых соответствуют классы, а ребрам – степени их сходства или различия. Знак связи обозначается цветом: красный цвет – сходство, синий – различие, толщина линии соответствует модулю (силе) связи. Необходимо отметить, что для подобных графов в литературе пока нет устоявшегося общепринятого названия: в данном исследовании, как и в предшествующих работах автора, они называются семантическими сетями, в литературе по когнитивному анализу их называют когнитивными картами, а в литературе по когнитивному анализу – когнитивными картами или схемами.

БКОСА-10.2.1. "Классификация факторов"

Сравниваются вектора факторов и формируется диагональная матрица сходства факторов, в которой по обоим осям расположены коды факторов а в клетках находятся нормированные коэффициенты, численно отражающие степень сходства или различия векторов соответствующих факторов.

БКОСА-10.2.2. "Формирование бинерных конструктов факторов"

На основе матрицы сходства факторов для каждого из них формируется ранжированный список остальных, в котором они расположены в порядке убывания сходства с данным фактором. Такие списки представляют собой бинарные конструкты, а их полюса соответствуют кластерам.

БКОСА-10.2.3. "Визуализация семантических сетей факторов"

На основе матрицы сходства факторов визуализируются ориентированные графы, вершинам которых соответствуют заданные факторы, а ребрам – степени их сходства или различия. Знак связи обозначается цветом: красный цвет – сходство, синий – различие, толщина линии соответствует модулю (силе) связи.

БКОСА-10.3.1. "Содержательное сравнение классов"

Каждая связь между классами в семантической сети, отражающая степень их сходства или различия, имеет определенную структуру, описанную в разделе 3.2.3 исследования. Эта структура включает ряд элементов, каждый из которых соответствует одному слагаемому обобщенной меры сходства векторов классов.

БКОСА-10.3.2. "Расчет и отображение многомногозначных когнитивных диаграмм, в т.ч. диаграмм Вольфа Мерлина"

Из всех составляющих связи между классами выбираются 8 наиболее сильных и отображаются в форме линий, цвет которых означает знак, а толщина – модуль силы связи. Классы изображаются в форме наиболее значимых фрагментов их информационных портретов. При этом учитываются корреляции между факторами.

БКОСА-10.4.1. "Содержательное сравнение факторов"

Каждая связь между факторами в семантической сети, отражающая степень их сходства или различия, имеет определенную структуру. Эта структура включает ряд элементов, каждый из которых соответствует одному слагаемому обобщенной меры сходства векторов факторов.

БКОСА-10.4.2. "Расчет и отображение многомногозначных когнитивных диаграмм, в т.ч. инвертированных диаграмм Мерлина"

Из всех составляющих связи между факторами выбираются 16 наиболее сильных и отображаются в форме линий, цвет которых означает знак, а толщина – модуль силы связи. Факторы отображаются в форме наиболее значимых фрагментов их семантических портретов. При этом учитываются корреляции между классами.

БКОСА-11. "Многовариантное планирование и принятие решения о применении системы управляющих факторов"

Выполняется в несколько этапов:

1) выполняется прогноз развития АОУ в условиях отсутствия управляющих воздействий, т.е. реализуется БКОСА-7 ("движение по инерции");

2) если в соответствии с прогнозом по п.1 АОУ достигает заданного целевого состояния (т.е. прогноз "удовлетворительный"), то планирование прекращается (переход на п.6); иначе – выполняется п.3;

3) путем решения обратной задачи прогнозирования (БКОСА-9.1) определяется набор факторов, оптимальный для перевода АОУ в заданное целевое состояние;

4) если все эти факторы есть возможность использовать для управления, то на этом планирование прекращается (переход п.6); иначе переход на п.5;

5) используя результаты кластерно-конструктивного анализа факторов (БКОСА 10.2.1, 10.2.2, 10.2.3) последовательно ищется замена для факторов, которые нет возможности использовать и после каждой замены выполняется прогнозирование (БКОСА-7); если результаты прогнозирования удовлетворительные – окончание планирования (переход на п.6); иначе принятие решения о невозможности выработки корректного управляющего воздействия;

6) окончание планирования.

2.3.6. Детальные алгоритмы БКОСА

Рисунок 12. Алгоритм БКОСА-2.1. "Восприятие и запоминание исходной обучающей информации"

Рисунок 13. Алгоритм БКОСА-2.2. "Репрезентация. Сопоставление индивидуального опыта с коллективным"

Рисунок 14. Алгоритм БКОСА-3.1.1. "Обобщение (синтез, индукция). Накопление первичных данных"

Рисунок 15. Алгоритм БКОСА-3.1.2. "Обобщение (синтез, индукция). Исключение артефактов"

Рисунок 16. Алгоритм БКОСА-3.1.3. "Обобщение (синтез, индукция). Расчет степени истинности содержательных смысловых связей между предпосылками и результатами (обобщенных таблиц решений)"

Рисунок 17. Алгоритм БКОСА-3.2. "Определение значимости шкал и градаций факторов, уровней Мерлина"

Рисунок 18. Алгоритм БКОСА-3.3. "Определение значимости шкал и градаций классов, уровней Мерлина"

Рисунок 19. Алгоритм БКОСА-4.1. "Абстрагирование факторов (снижение размерности семантического пространства факторов)"

Рисунок 20. Алгоритм БКОСА-4.2. "Абстрагирование классов (снижение размерности семантического пространства классов)"

Рисунок 21. Алгоритм БКОСА-5. "Оценка адекватности семантической информационной модели предметной области"

Рисунок 22. Алгоритм БКОСА-7. "Идентификация и прогнозирование. Распознавание состояний конкретных объектов (объектный анализ)"

Рисунок 23. Алгоритм БКОСА-9.1. "Дедукция и абдукция классов (семантический анализ обобщенных образов классов, решение обратной задачи прогнозирования)"

Рисунок 24. Алгоритм БКОСА-9.2. "Дедукция и абдукция факторов (семантический анализ факторов)"

Рисунок 25. Алгоритм БКОСА-10.1.1.
"Классификация обобщенных образов классов"

Рисунок 26. Алгоритм БКОСА-10.1.2. "Формирование бинерных конструктов классов"

Рисунок 27. Алгоритм БКОСА-10.1.3. "Визуализация семантических сетей классов" (когнитивная графика)

Рисунок 28. Алгоритм БКОСА10.2.1. "Классификация факторов"

Рисунок 29. Алгоритм БКОСА-10.2.2. "Формирование бинерных конструктов факторов"

Рисунок 30. Алгоритм БКОСА-10.2.3. "Визуализация семантических сетей факторов" (когнитивная графика)

Рисунок 31. **Алгоритм БКОСА-10.3.1. "Содержательное сравнение классов"**

Рисунок 32. Алгоритм БКОСА-10.3.2. "Расчет и отображение много-многозначных когнитивных диаграмм, в т.ч. диаграмм Мерлина" (когнитивная графика)

Рисунок 33. Алгоритм БКОСА-10.4.1. "Содержательное сравнение факторов"

Рисунок 34. Алгоритм БКОСА-10.4.2. "Расчет и отображение много-многозначных когнитивных диаграмм, в т.ч. инвертированных диаграмм Мерлина" (когнитивная графика)

Рисунок 35. Алгоритм БКОСА-11. "Многовариантное планирование и принятие решения о применении системы управляющих факторов"

Учитывая, что когнитивные диаграммы представляют собой детализацию семантических сетей, давая расшифровку структуры вершин и семантической сети и связей между ними, предлагается понятие "Семантическая когнитивная сеть", представляющая собой систему когнитивных диаграмм, объединенных в макроструктуру, соответствующую структуре семантической сети.

2.4. Системная теория информации – математическая модель системы «Эйдос»

В данном разделе на основе работы [7] кратко описана математическая сущность системной теории информации (СТИ), являющейся математической моделью системно-когнитивного анализа (СК-анализ) реализуемой в его программном инструментарии – универсальной когнитивной аналитической системе "Эйдос".

В работах [69, 71, 74] и других предложена и развита *программная идея системного обобщения математики путем тотальной замены понятия множества на более общее и содержательное понятие системы и тщательное прослеживания всех последствий этого во всех понятиях математики, основанных на понятии множества*. Частично эта идея была реализована при разработке автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа) [7], математическая модель которого основана на системном обобщении формул для количества информации Найквиста-Хартли и Харкевича, в результате чего удалось *объединить* семантическую теорию информации Харкевича с теорией информации Шеннона. Полученная в результате этого обобщенная теория названа системной теорией информации (СТИ). Системное обобщение понятия функциональной зависимости рассматривается в работах [48, 94, 106, 117б 121, 125, 126], в них же вводятся новые научные понятия и соответствующие термины: "когнитивные функции" и "когнитивные числа". Различные аспекты СТИ рассмотрены в работах [3-190]. Таким образом, существует много работ, в том числе монографий и учебных пособий, в которых изложена системная теория информации. Однако, как

раз то, что этих работ много и они довольно объемны не вдохновляет потенциальных читателей.

Поэтому в данном разделе ставится **цель** *описать математическую суть системной теории информации на столько кратко, на сколько это вообще возможно*. Своеобразной "ценой" за это является то, что пришлось пожертвовать подробной смысловой интерпретацией полученных математических выражений, за которой мы отсылаем к уже упомянутым работам.

Итак, классическая формула Хартли имеет вид:

$$I = Log_2 W \qquad (1)$$

Будем искать ее системное обобщение в виде:

$$I = Log_2 W^{\varphi} \qquad (2)$$

где:

W – количество элементов в множестве.

φ – коэффициент эмерджентности, названный автором в честь Хартли коэффициентом эмерджентности Хартли.

Примем, что системное обобщение формулы Хартли имеет вид:

$$\boxed{I = Log_2 \sum_{m=1}^{M} C_W^m} \qquad (3)$$

где:

C_W^m – количество подсистем и m элементов;

m – сложность подсистем;

M – ***максимальная*** сложность подсистем.

Так как $C_W^1 = W$, то при $M=1$ система переходит в множество и выражение (3) приобретает вид (1), т.е. для него выполняется *принцип соответствия*, являющийся обязательным для более общей теории.

Учитывая, что при $M=W$:

$$\sum_{m=1}^{M} C_W^m = 2^W - 1 \qquad (4)$$

в этом случае получаем:

$$I = Log_2(2^W - 1) \qquad (5)$$

Выражение (5) дает *приближенную оценку максимального количества информации* в элементе системы. Из выражения (5) видно, что при увеличении числа элементов W количество информации I быстро стремится к W (6) и уже при $W>4$ погрешность выражения (5) не превышает 1%:

$$\begin{gathered} при\ \ W \to \infty \\ I \to W \end{gathered} \qquad (6)$$

Приравняв правые части выражений (2) и (3):

$$I = Log_2 W^{\varphi} = Log_2 \sum_{m=1}^{M} C_W^m \qquad (7)$$

получим выражение для коэффициента эмерджентности Хартли:

$$\boxed{\varphi = \frac{Log_2 \sum_{m=1}^{M} C_W^m}{Log_2 W}} \qquad (8)$$

Смысл этого коэффициента раскрыт в работе [7] и ряде других. Здесь отметим лишь, что при $M \to 1$ когда система асимптотически переходит в множество $\varphi \to 1$ и (2) $\to$ (1), как и должно быть согласно принципу соответствия.

С учетом (8) выражение (2) примет вид:

$$I(W, M) = Log_2 W^{\frac{Log_2 \sum_{m=1}^{M} C_W^m}{Log_2 W}} \qquad (9)$$

или при $M=W$ и больших W, учитывая (4 и 5):

$$I(W, M) = Log_2 W^{\frac{W}{Log_2 W}} = W \qquad (10)$$

Выражение (9) и представляет собой искомое системное обобщение классической формулы Хартли, а выражение (10) – его достаточно хорошее приближение при большом количестве элементов в системе W.

Классическая формула А.Харкевича имеет вид:

$$I_{ij}(W,M) = Log_2 \frac{P_{ij}}{P_j} \qquad (11)$$

где: – P_{ij} – условная вероятность перехода объекта в *j-е* состояние *при условии* действия на него *i-го* значения фактора;

– P_j – безусловная вероятность перехода объекта в *j-е* состояние (вероятность самопроизвольного перехода или вероятность перехода, посчитанная по всей выборке, т.е. при действии *любого* значения фактора).

Придадим выражению (11) следующий ***эквивалентный*** вид, который и будем использовать ниже:

$$I_{ij}(W,M) = Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i} \qquad (12)$$

где: – индекс *i* обозначает признак (значение фактора): $1 \le i \le M$;

– индекс *j* обозначает состояние объекта или класс: $1 \le j \le W$;

– P_{ij} – условная вероятность наблюдения *i-го* значения фактора у объектов в *j-го* класса;

– P_i – безусловная вероятность наблюдения *i-го* значения фактора по всей выборке.

Из (12) видно, что *формула Харкевича для семантической меры информации по сути является логарифмом от формулы Байеса для апостериорной вероятности (отношение условной вероятности к безусловной).* Вопрос об эквивалентности выражений (11) и (12) рассмотрим позднее.

Известно, что классическая формула Шеннона для количества информации для неравновероятных событий преобразуется в формулу Хартли при условии, что события равновероятны, т.е. удовлетворяет фундаментальному *принципу соответствия*. Поэтому теория информации Шеннона справедливо считается обобщением теории Хартли для неравновероятных событий. Однако, выражения (11) и (12) при подстановке в них реальных численных значений вероятностей P_{ij}, P_j и P_i не дает количества информации в ***битах***, т.е. для этого выражения не выполняется

принцип соответствия, обязательный для более общих теорий. Возможно, в этом состоит причина довольно сдержанного, а иногда и скептического отношения специалистов по теории информации Шеннона к семантической теории информации Харкевича.

Причину этого мы видим в том, что в выражениях (11) и (12) отсутствуют глобальные параметры ***конкретной*** модели W и M, *т.е. в том, что* А.Харкевич в своем выражении для количества информации не ввел зависимости *от мощности пространства будущих состояний объекта W и количества значений факторов M*, обуславливающих переход объекта в эти состояния.

Поставим задачу получить такое обобщение формулы Харкевича, которое бы удовлетворяло ***тому же самому*** *принципу соответствия, что и формула Шеннона, т.е. преобразовывалось в формулу Хартли в предельном детерминистском равновероятном случае, когда каждому классу (состоянию объекта) соответствует один признак (значение фактора), и каждому признаку – один класс, и эти классы (а, значит и признаки),* ***равновероятны,*** *и при этом каждый фактор однозначно, т.е.* ***детерминистским*** *образом определяет переход объекта в определенное состояние, соответствующее классу.*

Будем искать это обобщение (12) в виде:

$$I_{ij}(W,M) = Log_2\left(\frac{P_{ij}}{P_i}\right)^{\Psi} \qquad (13)$$

Найдем такое выражение для коэффициента Ψ, названого нами в честь А.Харкевича "коэффициентом эмерджентности Харкевича", которое обеспечивает выполнение для выражения (13) принципа соответствия с классической формулой Хартли (1) и ее системным обобщением (2 и 3) в *равновероятном детерминистском* случае.

Для этого нам потребуется выразить вероятности P_{ij}, P_j и P_i через частоты наблюдения признаков по классам (таблица 6). В таблице 6 рамкой обведена область значений, переменные определены ранее.

Таблица 6 – Матрица абсолютных частот

		Классы					Сумма
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}	
	...						
	i	N_{i1}		N_{ij}		N_{iW}	$N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij}$
	...						
	M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество признаков				$N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij}$			$N = \sum_{i=1}^{W} \sum_{j=1}^{M} N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки				N_j			N

Алгоритм формирования матрицы абсолютных частот.

Объекты обучающей выборки описываются векторами (массивами) $\vec{L} = \{L_i\}$ имеющихся у них признаков:

$$\vec{L} = \{L_i\} = \begin{cases} 1, \textit{если у объекта есть i-й признак}; \\ 0, \textit{если у объекта нет i-го признака}. \end{cases}$$

Первоначально в матрице абсолютных частот все значения равны нулю. Затем организуется цикл по объектам обучающей выборки. Если предъявленного объекта относящегося к *j-му* классу есть *i-й* признак, то:

$$N_{ij} = N_{ij} + 1;\ N_i = N_i + 1;\ N_j = N_j + 1;\ N = N + 1$$

Здесь можно провести очень интересную и важную аналогию между способом формирования матрицы абсолютных частот и работой ***многоканальной*** *системы выделения полезного сигнала из шума*. Представим себе, что все объекты, предъявляемые для формирования обобщенного образа некоторого класса в действительности являются различными реализациями одного объекта – "Эйдоса" (в смысле Платона), по-разному зашумленного различными случайными обстоятельствами. И наша задача со-

стоит в том, чтобы подавить этот шум и выделить из него то общее и существенное, что отличает объекты данного класса от объектов других классов. Учитывая, что шум чаще всего является "белым" и имеет свойство при суммировании с самим собой стремиться к нулю, а сигнал при этом наоборот возрастает пропорционально количеству слагаемых, то увеличение объема обучающей выборки приводит ко все лучшему отношению сигнал/шум в матрице абсолютных частот, т.е. к выделению полезной информации из шума. Примерно так мы начинаем постепенно понимать смысл фразы, которую мы сразу не расслышали по телефону и несколько раз переспрашивали. При этом в повторах шум не позволяет понять то одну, то другую часть фразы, но в конце-концов за счет использования памяти и интеллектуальной обработки информации мы понимаем ее всю. Так и *объекты, описанные признаками, можно рассматривать как зашумленные фразы, несущие нам информацию об обобщенных образах классов: "Эйдосах", к которым они относятся. И эту информацию мы выделяем из шума при синтезе модели.*

Для выражения (11):

$$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_i} \qquad (14)$$

Для выражений (12) и (13):

$$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} \qquad (15)$$

Для выражений (11), (12) и (13):

$$P_i = \frac{N_i}{N};\ P_j = \frac{N_j}{N};$$

$$N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij};\ N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij}; \qquad (16)$$

$$N = \sum_{i=1}^{M} N_i = \sum_{j=1}^{W} N_j = \sum_{i=1}^{W}\sum_{j=1}^{M} N_{ij}$$

В (16) использованы обозначения:

N_{ij} – суммарное количество наблюдений в исследуемой выборке *факта*: "действовало *i-е* значение фактора и объект перешел в *j-е* состояние";

N_j – суммарное количество встреч различных факторов у объектов, перешедших в *j-е* состояние;

N_i – суммарное количество встреч *i-го* фактора у всех объектов исследуемой выборки;

N – суммарное количество встреч различных факторов у всех объектов исследуемой выборки.

Формирование матрицы условных и безусловных вероятностей .

На основе анализа матрицы частот (таблица 6) классы можно сравнивать по наблюдаемым частотам признаков только в том случае, если количество объектов по всем классам ***одинаково***, как и ***суммарное количество признаков по классам***. Если же они отличаются, то корректно сравнивать классы можно только по условным и безусловным вероятностям наблюдения признаков, посчитанных на основе матрицы частот (таблица 6) в соответствии с выражениями (14) и (15), в результате чего получается матрица условных и безусловных процентных распределений (таблица 7).

При расчете матрицы условных и безусловных вероятностей N_j из таблицы 6 могут браться либо из предпоследней, либо из последней строки. В 1-м случае N_j представляет собой "Суммарное количество признаков у всех объектов, использованных для формирования обобщенного образа *j-го* класса", а во 2-м случае, это "Суммарное количество объектов обучающей выборки, использованных для формирования обобщенного образа *j-го* класса", соответственно получаем различные, хотя и очень сходные семантические информационные модели, которые мы называем СИМ-1 и СИМ-2. Оба этих вида моделей поддерживаются системой "Эйдос".

Таблица 7 – Матрица условных и безусловных вероятностей

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1W}	
	...						
	i	P_{i1}		P_{ij}		P_{iW}	P_i
	...						
	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса				P_j			

Эквивалентность выражений (11) и (12) устанавливается, если подставить в них выражения вероятности P_{ij}, P_j и P_i через частоты наблюдения признаков по классам из (14), (15) и (16). В обоих случаях из выражений (11) и (12) получается *одно и тоже* выражение (17):

$$I_{ij} = Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} \qquad (17)$$

А из (13) выражение (18), с которым мы и будем далее работать.

$$I_{ij} = Log_2 \left(\frac{N_{ij} N}{N_i N_j} \right)^{\Psi} \qquad (18)$$

При взаимно-однозначном соответствии классов и признаков в *равновероятном детерминистском* случае имеем (таблица 8):

Таблица 8 – Матрица частот в равновероятном детерминистском случае

		Классы					Сумма
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	1					1
	...		1				1
	i			1			1
	...				1		1
	M					1	1
Сумма		1	1	1	1	1	N

В этом случае к каждому классу относится один объект, имеющий единственный признак. Откуда получаем для всех i и j (19):

$$\forall ij:\ N_{ij} = N_i = N_j = 1 \qquad (19)$$

Таким образом, обобщенная формула А.Харкевича (18) с учетом (19) в этом случае приобретает вид:

$$I_{ij} = Log_2 N^{\Psi} = Log_2 W^{\varphi} \qquad (20)$$

откуда:

$$\boxed{\Psi = \frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}} \qquad (21)$$

или, учитывая выражение для коэффициента эмерджентности Хартли (8):

$$\Psi = \frac{Log_2 W^{\frac{Log_2 \sum\limits_{m=1}^{M} C_W^m}{Log_2 W}}}{Log_2 N} \qquad (22)$$

Подставив коэффициент эмерджентности А.Харкевича (21) в выражение (18), получим:

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}N}{N_i N_j}\right)^{\Psi} = Log_2\left(\frac{N_{ij}N}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}} =$$

$$= \frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}\left(Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right) + Log_2 N\right) =$$

$$= Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}} + Log_2 W^{\varphi}$$

или окончательно:

$$\boxed{I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}} + Log_2 W^{\varphi}} \qquad (23)$$

Отметим, что 1-я задача получения системного обобщения формул Хартли и Харкевича и 2-я задача получения такого обобщения формулы Харкевича, которая удовлетворяет принципу соответствия с формулой Хартли – это две разные задачи. 1-я задача является более общей и при ее решении, которое приведено выше, *автоматически* решается и 2-я задача, которая является, таким образом, частным случаем 1-й.

Однако, представляет самостоятельный интерес и частный случай, в результате которого получается формула Харкевича удовлетворяющая в *равновероятном детерминистском* случае принципу соответствия с классической формулой Хартли (1), а не с ее системным обобщением (2) и (3). Ясно, что эта формула получается из (23) при $\varphi=1$.

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W}{Log_2 N}} + Log_2 W \qquad (24)$$

Из выражений (21) и (22) видно, что в этом частном случае, т.е. когда система эквивалентна множеству ($M=1$), коэффициент эмерджентности А.Харкевича приобретает вид:

$$\Psi = \frac{Log_2 W}{Log_2 N} \qquad (25)$$

На практике для численных расчетов на ***удобнее пользоваться*** не выражениями (23) или (24), а ***формулой (26),*** которая получается непосредственно из (18) после подстановки в него выражения (25):

$$\boxed{I_{ij} = \frac{Log_2 W}{Log_2 N} \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}} \qquad (26)$$

В классическом анализе Шеннона идет речь лишь о передаче символов по одному информационному каналу от одного источника к одному приемнику. Его интересует прежде всего передача самого сообщения.

В данном разделе ставится другая задача: идентифицировать или распознать информационный источник по сообщению от него. Поэтому метод Шеннона был обобщен путем учета в математической модели возможности существования многих источников информации, о которых к приемнику по зашумленному каналу связи приходят не отдельные символы-признаки, а сообщения, состоящие из последовательностей символов (признаков) любой длины.

Следовательно, ставится задача идентификации информационного источника по сообщению от него, полученному приемником по зашумленному каналу. Метод, являющийся обобщением метода К.Шеннона, позволяет применить классическую теорию информации для построения моделей систем распознавания образов и принятия решений, ориентированных на применение для синтеза адаптивных АСУ сложными объектами.

Для решения поставленной задачи необходимо вычислять не средние информационные характеристики, как в теории Шеннона, а количество информации, содержащееся в конкретном i-м признаке (символе) о том, что он пришел от данного j-го источника информации. Это позволит определить и суммарное количество информации в сообщении о каждом информационном источнике, что дает интегральный критерий для идентификации или прогнозирования состояния объекта.

Логично предположить, что среднее количество информации, содержащейся в системе признаков о системе классов

$$I(Y,X)=\sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}p_{ij}Log_2\frac{p_{ij}}{p_i p_j}, \qquad (27)$$

является ничем иным, как усреднением (с учетом условной вероятности наблюдения) "индивидуальных количеств информации", которые содержатся в конкретных признаках о конкретных классах (источниках), т.е.:

$$i(x_j, y_i) = Log_2 \frac{p_{ij}}{p_i p_j}. \qquad (28)$$

Это выражение определяет так называемую "плотность информации", т.е. количество информации, которое содержится в одном отдельно взятом факте наблюдения *i-го* символа (признака) на приемнике о том, что этот символ (признак) послан *j-м* источником.

Если в сообщении содержится *M* символов, то суммарное количество информации о принадлежности данного сообщения *j-му* информационному источнику (классу) составляет:

$$i(x_j) = \sum_{i=1}^{M} Log_2 \frac{p_{ij}}{p_i p_j}. \qquad (29)$$

Необходимо отметить, что применение сложения в выражении (29) является вполне корректным и оправданным, так как информация с самого начала вводилась как аддитивная величина, для которой операция сложения является корректной.

Преобразуем выражение (29) к виду, более удобному для применения на практике для численных расчетов. Для этого *традиционным для теории информации Шеннона способом* выразим вероятности встреч признаков через частоты их наблюдения:

$$P_{ij} = \frac{1}{N_{ij}}; P_i = \frac{1}{N_i}; P_j = \frac{1}{N_j}. \qquad (30)$$

Подставив (30) в (29), получим:

$$i(x_j) = -\sum_{i=1}^{M} Log_2 \frac{N_{ij}}{N_i N_j}. \qquad (31)$$

Минус в выражении (31) в дальнейшем можно опустить, т.к. он не несет существенной смысловой нагрузки.

Если ранжировать классы в порядке убывания суммарного количества информации о принадлежности к ним, содержащейся в данном сообщении (т.е. описании объекта), и выбирать первый из них, т.е. *тот, о котором в сообщении содержится наибольшее количество информации*, то мы получим обоснованную статистическую процедуру, основанную на классической теории

информации, оптимальность которой доказывается в фундаментальной ***лемме Неймана-Пирсона*** [7].

Подставим значения вероятностей из (30) в (28) и получим выражением для плотности информации Шеннона, выраженное не через вероятности, а через частоты наблюдения символов, которые рассматриваются как признаки объектов, т.е. количество информации, содержащееся в отдельном *i-м* признаке о том, что другом конце канала связи находится *j-й* объект (32):

$$i(x_j, y_i) = Log_2 \frac{N_{ij}}{N_i N_j}. \qquad (32)$$

Сравнивая выражения (23) и (32) видим, что в системном обобщении формулы Харкевича 1-е слагаемое ***практически тождественно*** *выражению Шеннона для плотности информации, а* 2-е слагаемое представляющем собой *плотность информации по Хартли*.

Различия состоят в том, что в выражении (23) это слагаемое возведено в степень, имеющую смысл коэффициента эмерджентности Харкевича. Поэтому вполне оправданным называть это слагаемое не коэффициентом эмерджентности Харкевича, а коэффициентом эмерджентности Шеннона-Харкевича. Необходимо отметить также, что значения частот в этих формулах связаны с вероятностями несколько *различным* образом (выражения 14-16 и 30).

Из этого следует также, что полученное выражение (23) представляет собой ***нелинейную суперпозицию*** выражений для плотности информации Шеннона и Хартли, и, таким образом, является ***обобщающим*** выражением для плотности информации, которое при различных условиях асимптотически переходит в классические выражения Хартли и Харкевича, а от выражения Шеннона отличается лишь константой, т.е. 2-м слагаемым, характеризующим мощность множества состояний объекта в модели.

Это позволяет нам обоснованно высказать гипотезу о том, что системная теория информации (СТИ), базирующаяся на выражении (23) для плотности информации, является более общей,

чем теории Хартли, Шеннона и Харкевича и асимптотически связана с ними через принцип соответствия (рисунок 36).

Системное обобщение формулы Харкевича (СТИ)

$$I_{ij}(W,M) = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}} + Log_2 W^{\varphi}$$

Системное обобщение формулы Шеннона

$$I_{ij}(W,M) = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}}$$

Системное обобщение формулы Харкевича

$$I_{ij}(W,M) = Log_2\left(\frac{N_{ij} N}{N_i N_j}\right)^{\Psi}$$

Системное обобщение формулы Хартли

$$I(W,M) = Log_2 W^{\varphi}$$

Классическая формула Шеннона для плотности информации

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)$$

Классическая формула Харкевича

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij} N}{N_i N_j}\right)$$

Классическая формула Хартли

$$I(W) = Log_2 W$$

Коэффициент эмерджентности Харкевича (характеризует детерминированность системы):

$$\Psi = \frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}$$

Коэффициент эмерджентности Хартли (характеризует "эффект системы"):

$$\varphi = \frac{Log_2 \sum_{m=1}^{M} C_W^m}{Log_2 W}$$

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

W - количество классов (мощность множества будущих состояний объекта управления)
M - максимальный уровень сложности смешанных состояний объекта управления
Nij - суммарное количество встреч i-го фактора у объектов, перешедших в j-е состояние
Nj - суммарное количество встреч различных факторов у объектов, перешедших в j-е состояние
Ni - суммарное количество встреч i-го фактора у всех объектов
N - суммарное количество встреч различных факторов у всех объектов
C_W^m - количество сочетаний из W по m

Рисунок 36. Генезис системной (эмерджентной) теории информации [7]

Взаимосвязь системной меры целесообразности информации со статистикой χ^2 и новая мера уровня системности предметной области

Статистика χ^2 представляет собой сумму вероятностей совместного наблюдения признаков и объектов по всей корреляционной матрице или определенным ее подматрицам (т.е. *сумму*

относительных ***отклонений*** *частот совместного наблюдения признаков и объектов* ***от среднего***):

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}\frac{(N_{ij}-t)^2}{t}, \qquad (33)$$

где

N_{ij} – фактическое количество встреч i-го признака у объектов j-го класса;

t – ожидаемое количество встреч i-го признака у объектов j-го класса (34).

$$t = \frac{N_i N_j}{N}. \qquad (34)$$

Отметим, что статистика χ^2 математически связана с количеством информации в системе признаков о классе распознавания в соответствии с системным обобщением формулы Харкевича для плотности информации (18):

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}N}{N_i N_j}\right)^{\Psi}, \qquad (35)$$

а именно, из (34) и (35) получаем:

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{t}\right)^{\Psi}. \qquad (36)$$

Из (36) очевидно:

$$I_{ij} = \Psi(Log_2 N_{ij} - Log_2 t). \qquad (37)$$

Сравнивая выражения (33) и (37), видим, что числитель в выражении (33) под знаком суммы отличается от выражения (37) только тем, что в выражении (37) вместо значений N_{ij} и t взяты их логарифмы. Так как логарифм является *монотонно возрастающей* функцией аргумента, то *введение логарифма* ***не меняет*** *общего характера поведения функции*.

Фактически это означает, что:

$$\begin{cases} если\ \ N_{ij} < t\ \ то\ \ \chi_{ij} < 0,\ I_{ij} < 0 \\ если\ \ N_{ij} = t\ \ то\ \ \chi_{ij} = 0,\ I_{ij} = 0 \\ если\ \ N_{ij} > t\ \ то\ \ \chi_{ij} > 0,\ I_{ij} > 0 \end{cases}. \qquad (38)$$

Из изложенного следует интерпретация системной меры информации (35) с учетом статистики χ^2 (33): *если фактическая вероятность наблюдения i-го признака при предъявлении объекта j-го класса равна ожидаемой (средней), то наблюдение этого признака* ***не несет никакой информации о принадлежности объекта к данному классу.*** *Если она выше средней, то это свидетельствует в пользу того, что предъявлен объект данного класса, если ниже – то другого.*

Поэтому наличие статистической связи (информации) между признаками и классами распознавания, т.е. отличие вероятностей их совместных наблюдений от предсказываемого в соответствии со случайным нормальным распределением, приводит к увеличению фактической статистики χ^2 по сравнению с теоретической величиной.

Из этого следует возможность использования в качестве количественной меры степени выраженности закономерностей в предметной области не матрицы абсолютных частот и меры χ^2, а новой меры H, основанной на матрице информативностей и системном обобщении формулы Харкевича для количества информации:

$$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^{W} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I} \right)^2} , \qquad (39)$$

где

$\bar{I} = \frac{1}{W \cdot M} \sum_{j=1}^{W} \sum_{i=1}^{M} I_{ij}$ – средняя информативность признаков по матрице информативностей.

Меру *H* в выражении (39) предлагается назвать обобщенным критерием степени сформированности модели Харкевича.

Значение данной меры показывает среднее отличие количества информации в факторах о будущих состояниях активного объекта управления от среднего количества информации в факторе (которое при больших выборках близко к 0). По своей математической форме эта мера сходна с мерами для значимости (интегральной информативности) факторов и степени сформированности образов классов и *коррелирует с* ***объемом*** *неортонормированного семантического информационного пространства клас-*

сов и семантического информационного пространства атрибутов.

Вышеописанная математическая модель обеспечивает ***инвариантность*** *результатов ее синтеза* относительно следующих параметров обучающей выборки: *суммарное количество и порядок ввода анкет обучающей выборки;* количество анкет обучающей выборки по каждому классу распознавания; суммарное количество признаков во всех анкетах обучающей выборки; суммарное количество признаков по классам распознавания; количество признаков и их порядок в отдельных анкетах обучающей выборки. Это обеспечивает высокую степень качества решения задач распознавания на неполных и разнородных (в вышеперечисленных аспектах) данных как обучающей, так и распознаваемой выборки, т.е. при таких статистических характеристиках потоков этих данных, которые чаще всего и встречается на практике и которыми невозможно или очень сложно управлять.

Получение матрицы знаний (информативностей).

На основе анализа матрицы условных и безусловных вероятностей (таблица 7) наблюдений признаков по классам и всей выборке можно сравнивать признаки друг с другом по их роли для сравнения классов друг с другом и конкретных объектов с обобщенными классами. При этом существует 3 основных группы признаков:

Группа 1-я. Которые в одном классе встречаются, а в других нет. Это *детерминистские* признаки, обнаружение такого признака у объекта однозначно определяет его принадлежность к соответствующему классу.

Группа 2-я. Которые в одном классе встречаются чаще, чем в других. Это *статистические* признаки, обнаружение такого признака у объекта несет некоторую информацию о его принадлежности к соответствующему классу.

Группа 3-я. Которые в разных классах встречаются одной и той же вероятностью. Это признаки, обнаружение которых у объекта не несет никакой информации о его принадлежности к тем или иным классам.

Таким образом, мы видим, что если используя таблицу 7 анализировать условные вероятности (или процентные распределения) признаков по классам, то можно вынести правдоподобные

суждения о принадлежности объектов, обладающих этими признакам к тем или иным классам.

Однако в таком методе сравнения есть по крайней мере два ***существенных недостатка:***

1. Для того, чтобы отнести признак к одной из вышеперечисленных групп необходимо ***сравнивать*** вероятности его наблюдения по классам, т.е. ***каждый раз при таком сравнении выполнять соответствующую необходимую для этого работу***.

2. При отнесении признака ко 2-й группе этого самого по себе еще недостаточно для его использования с целью идентификации объекта, а необходимо еще оценить ***количество*** информации, которое содержится в факте обнаружения у объекта этого признака о принадлежности этого объекта к каждому из классов, а для этого *необходим соответствующий математический и численный* ***метод***.

Что касается 1-го недостатка, то о нем можно сказать, что для реальных задач большой размерности выполнение этого сравнения вручную практически невозможно, а значит тем более невозможно и использование результатов этого сравнения для решения задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений, а тем более для исследования предметной области путем исследования ее модели. Все это обусловлено тем, что результат сравнения вероятностей встречи признака по классам не представляется при ручной обработке в количественной форме некоторого ***одного*** числа: ***частного критерия***, величина и знак которого отражали бы результат такого сравнения.

2-й недостаток преодолевается методом, который предложен А.Харкевичем в выражениях (11) и (12) и уточнен нами в системном обобщении этих выражений (18). *В этом методе предложено сравнивать не условные вероятности наблюдения признаков по различным классам друг с другом, а условную вероятность наблюдения признака по классу с безусловной вероятностью его наблюдения по всей выборке.*

Это предложение по своей сути полностью соответствует известному статистическому *методу отклонений от средних* и ***нормативному подходу***, когда в качестве *базы сравнения* выбирается *норма*, т.е. *среднее* по всей группе. На основе этого подхо-

да формируются и критерии сравнения, т.е. можно сказать, что ***критериальный подход*** изначально основан на нормативном.

Если такое сравнение провести по всем признакам и классам, то получится матрица, снимающая оба указанных недостатка: используя выражение (18) и данные таблицы 7 непосредственно прямым счетом получаем *матрицу знаний* (таблица 9):

Таблица 9 – Матрица знаний (информативностей)

		Классы					Значимость фактора
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$\sigma_1 = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{1j}-\bar{I}_1\right)^2}$
	...						
	i	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$\sigma_i = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{ij}-\bar{I}_i\right)^2}$
	...						
	M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$\sigma_M = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{Mj}-\bar{I}_M\right)^2}$
Степень редукции класса		σ_1		σ_j		σ_W	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W\cdot M-1)}\sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij}-\bar{I}\right)^2}$

Здесь – $\bar{I}_i$ это *среднее* количество знаний в *i-м* значении фактора:

$$\bar{I}_i = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{W} I_{ij}$$

При расчете матрицы знаний N_j из таблицы 6 могут браться либо из предпоследней, либо из последней строки. В 1-м случае N_j представляет собой "Суммарное количество признаков у всех объектов, использованных для формирования обобщенного образа *j-го* класса", а во 2-м случае, это "Суммарное количество объектов обучающей выборки, использованных для формирования обобщенного образа *j-го* класса", соответственно получаем различные, хотя и очень сходные семантические информационные модели, которые мы называем СИМ-1 и СИМ-2. Оба этих вида моделей поддерживаются системой "Эйдос".

Количественные значения коэффициентов I_{ij} таблицы 9 являются <u>знаниями</u> о том, что "объект перейдет в j-е состояние" если "на объект действует i-е значение фактора".

Принципиально важно, что эти весовые коэффициенты не определяются экспертами на основе опыта интуитивным неформализуемым способом, а *рассчитываются непосредственно на основе эмпирических данных на основе теоретически обоснованной модели, хорошо зарекомендовавшей себя на практике при решении широкого круга задач в различных предметных областях.*

Когда количество информации $I_{ij}>0$ – ***i–й*** фактор способствует переходу объекта управления в ***j-е*** состояние, когда $I_{ij}<0$ – препятствует этому переходу, когда же $I_{ij}=0$ – никак не влияет на это. В векторе ***i-го*** фактора (строка матрицы информативностей) отображается, какое количество информации о переходе объекта управления в каждое из будущих состояний содержится в том факте, что данный фактор действует. В векторе ***j-го*** состояния класса (столбец матрицы информативностей) отображается, какое количество информации о переходе объекта управления в соответствующее состояние содержится в каждом из факторов.

Таким образом, матрица информативностей (таблица 9) является обобщенной таблицей решений, в которой входы (факторы) и выходы (будущие состояния объекта управления) связаны друг с другом не с помощью классических (Аристотелевских) импликаций, принимающих только значения: "Истина" и "Ложь", а ***различными значениями истинности, выраженными в битах*** *и принимающими значения от положительного теоретически-максимально-возможного ("Максимальная степень истинности"), до теоретически неограниченного отрицательного ("Степень ложности").*

Фактически предложенная модель позволяет осуществить *синтез обобщенных таблиц решений* для различных предметных областей непосредственно на основе эмпирических исходных данных и *продуцировать на их основе прямые и обратные правдоподобные (нечеткие) логические рассуждения по неклассическим схемам* ***с различными расчетными значениями истинности***, являющимся обобщением классических импликаций.

Таким образом данная *модель позволяет рассчитать какое* ***количество информации*** *содержится в любом факте о наступлении любого события в любой предметной области, причем для этого не требуется повторности этих фактов и событий*. Если

же эти повторности осуществляются и при этом наблюдается некоторая вариабельность значений факторов, обуславливающих наступление тех или иных событий, то модель обеспечивает ***многопараметрическую типизацию***, т.е. синтез обобщенных образов классов или категорий наступающих событий с количественной оценкой степени и знака влияния на их наступление различных значений факторов. Причем эти значения факторов могут быть как количественными, так и качественными и измеряться в любых единицах измерения, в любом случае в модели оценивается количество информации которое в них содержится о наступлении событий, переходе объекта управления в определенные состояния или просто о его принадлежности к тем или иным классам.

Данная модель позволяет прогнозировать поведение объекта управления при воздействии на него не только одного, но и целой ***системы*** *факторов*:

$$I_j = f(\vec{I}_{ij}). \qquad (40)$$

В теории принятия решений скалярная функция I_j векторного аргумента называется ***интегральным критерием***. Основная проблема состоит в выборе такого аналитического <u>*вида функции*</u> интегрального критерия, который обеспечил бы эффективное решение сформулированной выше задачи АСУ.

Учитывая, что ***частные критерии*** (18) имеют смысл количества информации, а информация по определению является *аддитивной* функцией, предлагается ввести *интегральный критерий*, как аддитивную функцию от частных критериев в виде:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i). \qquad (41)$$

В выражении (41) круглыми скобками обозначено скалярное произведение, т.е. свертка. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i, \qquad (42)$$

где: $\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор *j-го* класса-состояния объекта управления;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния предметной области, включающий все виды факторов, характеризующих объект управления, возможные управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, \textit{ если } i\text{-й фактор действует;} \\ \alpha_i, \textit{ где}: 0 < \alpha_i < 1, \textit{ если } i\text{-й фактор действует с истинностью } \alpha_i \\ 0, \textit{ если } i\text{-й фактор не действует.} \end{cases}$$

В реализованной модели значения координат вектора состояния предметной области принимались равными либо 1 (фактор действует), либо 0 (фактор не действует).

Таким образом, <u>*интегральный критерий*</u> *представляет собой суммарное количество информации, содержащееся в системе значений факторов различной природы (т.е. факторах, характеризующих объект управления, управляющее воздействие и окружающую среду) о переходе объекта управления в то или иное будущее состояние.*

В многокритериальной постановке <u>задача прогнозирования</u> состояния объекта управления, при оказании на него заданного многофакторного управляющего воздействия I_j, сводится к максимизации интегрального критерия:

$$j^* = \arg\max_{j \in J}((\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i)), \qquad (43)$$

т.е. к выбору такого состояния объекта управления, для которого интегральный критерий максимален.

<u>Задача принятия решения</u> о выборе наиболее эффективного управляющего воздействия является *обратной задачей* по отношению к задаче максимизации интегрального критерия (идентификации и прогнозирования), т.е. вместо того, чтобы по набору факторов прогнозировать будущее состояние объекта, наоборот, по заданному (целевому) состоянию объекта определяется такой набор факторов, который с наибольшей эффективностью перевел бы объект управления в это состояние.

Предлагается еще одно обобщение фундаментальной леммы Неймана-Пирсона, основанное на косвенном учете корреляций между информативностями в векторе состояний при использовании средних по векторам. Соответственно, вместо простой сум-

мы количеств информации предлагается использовать корреляцию между векторами состояния и объекта управления, которая количественно измеряет степень сходства этих векторов:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l A} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)\left(L_i - \bar{L}\right), \qquad (44)$$

где:

$\bar{I}_j$ – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$ – среднее по вектору идентифицируемой ситуации (объекта).

σ_j – среднеквадратичное отклонение информативностей вектора класса;

σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

Выражение (44) получается непосредственно из (42) после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \to \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \to \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}.$$

Необходимо отметить, что выражение для интегрального критерия сходства (42) по своей математической форме является ***корреляцией*** двух векторов. Это означает, что если эти вектора являются суммой двух сигналов: полезного и белого шума, то *при расчете интегрального критерия белый шум практически не будет играть никакой роли*, т.е. его корреляция с самими собой равна нулю по определению. Поэтому интегральный критерий сходства объекта со случным набором признаков с любыми образами классов, или реального объекта с образами классов, сформированными случайным образом, будет равен нулю. Это означает, что ***выбранный интегральный критерий сходства является высокоэффективным средством подавления белого шума и выделения полезной информации из шума,*** который неизбежно присутствует в эмпирических данных.

Важно также отметить ***неметрическую природу*** предложенного интегрального критерия сходства, благодаря чему *его применение является* ***корректным*** *и при* ***неортонормированном***

семантическом информационном пространстве, каким оно в подавляющем количестве случае и является, т.е. в общем случае.

Результат прогнозирования поведения объекта управления, описанного данной системой факторов, представляет собой список его возможных будущих состояний, в котором они расположены в порядке убывания суммарного количества информации о переходе объекта управления в каждое из них.

Сравнение, идентификация и прогнозирование как разложение векторов объектов в ряд по векторам классов (объектный анализ)

Выше были введены неметрические интегральные критерии сходства объекта, описанного массивом-локатором L_i с обобщенными образами классов I_{ij} (выражения 40-42).

Для непрерывного случая выражение (42) принимает вид:

$$I_j = \int_1^M L(i) I_j(i) di \,. \qquad (45)$$

Таким образом, выражение (45) представляет собой *обобщение* интегрального критерия сходства конкретного объекта и обобщенного класса (42) для *непрерывного* случая в координатной форме.

Отметим, что коэффициенты ряда Фурье (24) по своей математической форме и смыслу <u>*сходны*</u> *с* ***ненормированными*** *коэффициентами корреляции, т.е. по сути скалярными произведениями для непрерывных функций в координатной форме: выражением (45) между разлагаемой в ряд кривой f(x) и функциями Sin и Cos различных частот и амплитуд* [7].

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left(a_n \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) + b_n \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)\right)$$

где :

$$a_0 = \frac{1}{L}\int_{-L}^{L} f(x)dx$$

$$a_n = \frac{1}{L}\int_{-L}^{L} f(x)\cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right)dx \,, \qquad (46)$$

$$b_n = \frac{1}{L}\int_{-L}^{L} f(x)\sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)dx$$

где $n=\{1, 2, 3,\ldots\}$ – натуральное число.

Из сравнения выражений (45) и (46) следует вывод о том, что ***процесс идентификации и прогнозирования (распознавания), реализованный в предложенной математической модели, может рассматриваться <u>как разложение вектора-локатора распознаваемого объекта в ряд по векторам информативностей классов распознавания</u> (которые представляют собой <u>произвольные</u> функции, сформированные при синтезе модели путем многопараметрической типизации на основе эмпирических данных).***

Например, результаты идентификации представим на рисунке 37:

Рисунок 37. Пример разложения профиля курсанта усл.№69 в ряд по обобщенным образам классов

Продолжая развивать аналогию с разложением в ряд, данный результат идентификации можно представить в векторной *аналитической* форме:

$$\vec{K}_{усл.№} = 0{,}31\cdot\vec{I}(38)+0{,}20\cdot\vec{I}(48)+0{,}20\cdot\vec{I}(79)+0{,}16\cdot\vec{I}(159)+$$
$$+0{,}16\cdot\vec{I}(157)+0{,}16\cdot\vec{I}(249)+\ldots-0{,}35\cdot\vec{I}(179)-0{,}29\cdot\vec{I}(26)-$$
$$-0{,}27\cdot\vec{I}(198)-0{,}25\cdot\vec{I}(204)-0{,}24\cdot\vec{I}(201)-0{,}24\cdot\vec{I}(182)-\ldots$$

или в координатной форме, более удобной для численных расчетов:

$$\boxed{K(i)=\sum_{j=1}^{W}\left(I(j)\cdot I(i,j)\right)}, \qquad (47)$$

Предполагается, что $\vec{L}_i = \{L_i\} \approx K(i)$. *Таким образом массив-локатор, характеризующий распознаваемый объект, рассматривается как сумма произведений профилей классов на интегральный критерий сходства массива-локатора с этими профилями (т.е. взвешенная суперпозиция или разложение в ряд по профилям классов).*

В выражении (47):

I(j) – интегральный критерий сходства массива-локатора, описывающего состояние объекта и *j*-го класса, рассчитываемый, согласно выражений (42) или (44):

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l M} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)\left(L_i - \bar{L}\right), \qquad (48)$$

I(i,j) – вектор обобщенного образа *j*-го класса, координаты которого рассчитываются в соответствии с системным обобщением формулы Харкевича (18):

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{N_i N_j}\right)^{\frac{Log_2 W^{\varphi}}{Log_2 N}} + Log_2 W^{\varphi}. \qquad (49)$$

<u>Примечание:</u> обозначения *I(i,j)* и I_{ij}, и т.п. эквивалентны. Смысл всех переменных, входящих в выражения (48) и (49) раскрыт выше.

При дальнейшем развитии данной аналогии естественно возникают вопросы: о полноте, избыточности и ортонормированности системы векторов классов как функций, по которым проводится разложение вектора объекта; о сходимости, т.е. вообще возможности и корректности такого разложения.

В общем случае вектор объекта совершенно не обязательно должен разлагаться в ряд по векторам классов таким образом, что сумма ряда во всех точках точно совпадала со значениями исходной функции. Это означает, что система векторов классов может быть ***неполна*** по отношению к профилю распознаваемого объекта, и, тем более, всех возможных объектов.

Предлагается считать не разлагаемые в ряд, т.е. плохо распознаваемые объекты, суперпозицией хорошо распознаваемых объектов ("похожих" на те, которые использовались для формирования обобщенных образов классов), и объектов, кото-

рые и не должны распознаваться, так как объекты этого типа не встречались в обучающей выборке и не использовались для формирования обобщенных образов классов, а также не относятся к представляемой обучающей выборкой генеральной совокупности.

Нераспознаваемую компоненту можно рассматривать либо как шум, либо считать ее полезным сигналом, несущим ценную информацию о неисследованных объектах интересующей нас предметной области (в зависимости от целей и тезауруса исследователей). Первый вариант не приводит к осложнениям, так как примененный в математической модели алгоритм сравнения векторов объектов и классов, основанный на вычислении нормированной корреляции Пирсона (сумма произведений), является *весьма устойчивым к наличию белого шума* в идентифицируемом сигнале. Во втором варианте необходимо дообучить систему распознаванию объектов, несущих такую компоненту (в этой возможности и заключается адаптивность модели). Технически этот вопрос решается просто копированием описаний плохо распознавшихся объектов из распознаваемой выборки в обучающую, их идентификацией экспертами и дообучением системы. Кроме того, может быть целесообразным расширить справочник классов распознавания новыми классами, соответствующими этим объектам, и осуществить пересинтез модели.

Однако на практике гораздо чаще наблюдается противоположная ситуация (можно даже сказать, что она типична), когда система векторов ***избыточна***, т.е. в системе классов распознавания есть очень похожие классы (между которыми имеет место высокая корреляция, наблюдаемая в режиме: "кластерно-конструктивный анализ"). Практически это означает, что в системе сформировано несколько практически одинаковых образов с разными наименованиями. Для исследователя это само по себе является очень ценной информацией. Однако если исходить только из потребности разложения распознаваемого объекта в ряд по векторам классов (чтобы определить суперпозицией каких образов он является, т.е. "разложить его на компоненты"), то наличие сильно коррелирующих друг с другом векторов представляется неоправданным, так как просто увеличивает размерности данных, внося в них мало нового по существу. Поэтому возника-

ет задача *исключения избыточности системы классов распознавания*, т.е. выбора из всей системы классов распознавания такого минимального их набора, в котором профили классов минимально коррелируют друг с другом, *т.е. ортогональны в фазовом пространстве признаков*. Это условие в теории рядов называется "ортонормируемостью" системы базовых функций, а в факторном анализе связано с идеей выделения "главных компонент".

В предлагаемой математической модели реализованы два варианта выхода из данной ситуации:

1) исключение неформирующихся, расплывчатых классов;

2) объединение почти идентичных по содержанию (дублирующих друг друга) классов.

Однако выбрать нужный вариант и реализовать его, используя соответствующие режимы, пользователь технологии АСК-анализа должен сам. Вся необходимая и достаточная информация для принятия соответствующих решений предоставляется пользователю инструментария АСК-анализа.

Если считать, что функции образов составляют формально-логическую систему, к которой применима теорема Геделя, то можно сформулировать эту теорему для данного случая следующим образом: "Для любой системы базисных функций в принципе всегда может существовать по крайней мере одна такая функция, что она не может быть разложена в ряд по данной системе базисных функций, т.е. ***функция, которая является ортонормированной ко всей системе базисных функций в целом"***. Поэтому для адекватного отражения подобных функций в модели необходимо повышение размерности семантического информационного пространства.

Очевидно, не взаимосвязанными друг с другом могут быть только четко оформленные, детерминистские образы, т.е. образы с высокой степенью редукции ("степень сформированности конструкта"). Поэтому в процессе выявления взаимно-ортогональных базисных образов, в первую очередь, будут выброшены аморфные "расплывчатые" образы, которые связаны практически со всеми остальными образами.

В некоторых случаях результат такого процесса представляет интерес, и это делает оправданным его реализацию. Однако можно предположить, что наличие расплывчатых образов в сис-

теме является оправданным, так как в этом случае система образов не будет формальной и подчиняющейся теореме Геделя. Следовательно, система распознавания будет более полна в том смысле, что увеличится вероятность идентификации *любого объекта*, предъявленного ей на распознавание. Конечно, уровень сходства с аморфным образом не может быть столь высоким, как с четко оформленным. Поэтому в этом случае более уместно применить термин "ассоциация" или нечеткая, расплывчатая идентификация, чем "однозначная идентификация".

Итак, можно сделать следующий вывод: допустимость в математической модели СК-анализа не только четко оформленных (детерминистских) образов, но и образов аморфных, нечетких, расплывчатых является важным достоинством данной модели. Это обусловлено тем, что данная модель обеспечивает корректные результаты анализа, идентификации и прогнозирования даже в тех случаях, когда модели идентификации и информационно-поисковые системы детерминистского типа традиционных АСУ практически неработоспособны. В этих условиях данная модель СК-анализа работает как система *ассоциативной (нечеткой) идентификации.*

Таким образом, в предложенной семантической информационной модели при идентификации и прогнозировании, по сути, осуществляется разложение векторов идентифицируемых объектов по векторам классов распознавания, т.е. осуществляется ***"объектный анализ"*** *(по аналогии с спектральным, гармоническим или* ***Фурье-анализом****),* ***что позволяет рассматривать идентифицируемые объекты как суперпозицию обобщенных образов классов различного типа с различными амплитудами (25). При этом вектора обобщенных образов классов, с математической точки зрения, представляют собой произвольные функции и не обязательно образуют полную и не избыточную (ортонормированную) систему функций.***

Для любого объекта всегда существует такая система базисных функций, что вектор объекта может быть представлен в форме линейной суперпозиции (суммы) этих базисных функций с различными амплитудами. Это утверждение, по-видимому, является одним из следствий фундаментальной теоремы А.Н. Колмогорова, доказанной им в 1957 году (О представлении непрерыв-

ных функций нескольких переменных в виде суперпозиций непрерывных функций одного переменного и сложения // Докл. АН СССР, Т. 114, С. 953–956, 1957).

Теорема Колмогорова: Любая непрерывная функция от n переменных $F(x_1, x_2, ..., x_n)$ может быть представлена в виде:

$$F(x_{1,}, x_2, ..., x_n) = \sum_{j=1}^{2n+1} \left(g_j \sum_{i=1}^{n} \left(h_{ij}(x_i) \right) \right),$$

где g_j и h_{ij} – непрерывные функции, причем h_{ij} не зависят от функции F.

Эта теорема означает, что для реализации функций многих переменных достаточно операций суммирования и композиции функций одной переменной. Удивительно, что в этом представлении лишь функции g_j зависят от представляемой функции F, а функции h_{ij} универсальны. ***Необходимо отметить, что теорема Колмогорова является обобщением теоремы В.И. Арнольда (1957), которая дает решение 13-й проблемы Гильберта.***

К сожалению, определение вида функций h_{ij} и g_j для данной функции F представляет собой математическую проблему, для которой пока не найдено общего строгого решения.

В данной работе предлагается рассматривать предлагаемую семантическую информационную модель как <u>один из вариантов</u> решения этой проблемы. <u>В этом контексте функция F интерпретируется как образ идентифицируемого объекта, функция h_{ij} – образ j-го класса, а функция g_j – мера сходства образа объекта с образом класса.</u>

Таким образом, в разделе кратко описана математическая сущность предложенной автором системной теории информации СТИ), являющейся математической моделью системно-когнитивного анализа (СК-анализ) и реализуемой в его программном инструментарии – универсальной аналитической системе "Эйдос" [3-190].

ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

3.1. Экономика

В области экономики с применением системно-когнитивного анализа и его инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» решено большое количество различных задач [3-190]. В данном разделе кратко рассмотрим лишь одну из них: «Прогнозирование курсов ценных бумаг на фондовом рынке». Было разработано несколько вариантов приложений для различных сегментов фондового рынка и с различной детализацией прогнозов. В дальнейшем данная разработка была усовершенствована (усилены графические возможности анализа данных), разработаны исследовательские режимы и др.

3.1.1. Когнитивная структуризация и формализация предметной области

Одним из основных требований системного анализа является требование полноты и всесторонности рассмотрения, а также необходимость исключения из рассмотрения несущественной информации. При когнитивной структуризации предметной области были выявлены 300 ситуаций на фондовом рынке, которые описывались 1500 показателями (таблица 10). В соответствии с разработанной методикой причинно-следственные взаимосвязи между ситуациями на фондовом рынке выявлялись на основании анализа биржевых баз данных, содержащих сведения примерно за 1993-1994 годы. Позже эти базы были дополнены и в настоящее время содержат данные за 1393 дня с 1992 по 1998 годы.

Таким образом, *размерность модели составила: 300 прогнозируемых ситуаций на фондовом рынке, 1500 градаций факторов, 1393 прецедента за 1992 по 1998 годы,* ***1765907*** *фактов.*

В соответствии с разработанной методикой, путем анализа биржевых баз данных, содержащих сведения за 1393 дня с 1992 по 1998 годы, выявлялись причинно-следственные взаимосвязи между ситуациями на фондовом рынке.

При этом были применены математические модели и технологии, а также специальный программный инструментарий АСК-анализа: когнитивная аналитическая система "Эйдос" [7]. Реализованные в данной системе когнитивные технологии основаны на системной автоматизации 10 базовых когнитивных операций с применением системного обобщения семантической меры целесообразности информации, предложенной академиком А.А.Харкевичем.

Таблица 10 – Классификационные и описательные шкалы и градации при исследовании фондового рынка

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ: ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КУРСА USD НА 30 ДНЕЙ

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ повышение (более 10%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ повышение (5% - 10%)	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
3	РЕЗКОЕ повышение (3% - 5%)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
4	повышение (1% - 3%)	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
5	СЛАБОЕ повышение (0.5% - 1%)	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
6	СЛАБЫЕ КОЛЕБАНИЯ (< 0.5%)	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
7	СЛАБОЕ понижение (0.5% - 1%)	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
8	понижение (1% - 3%)	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
9	РЕЗКОЕ понижение (3% - 5%)	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
10	ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ понижение (более 5%)	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300

ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ (ФАКТОРЫ)

КУРС $ СЕГОДНЯ, ПО СРАВНЕНИЮ С КУРСОМ ОТ 1 ДО 30 ДНЕЙ НАЗАД

0 * 300 +	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Чрезвычайно повысился (более 10%)	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
Очень резко повысился (5% - 10%)	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292
Резко повысился (3% - 5%)	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
Повысился (1% - 3%)	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294
Слабо повысился (0.5% - 1%)	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295
Существенно не изменился (в пределах 0.5%)	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296
Слабо понизился (0.5% - 1%)	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297
Понизился (1% - 3%)	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298
Резко понизился (3% - 5%)	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299
Очень резко понизился (более 5%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

ТРЕНД СЕГОДНЯ, ПО СРАВНЕНИЮ С ТРЕНДОМ ОТ 1 ДО 30 ДНЕЙ НАЗАД

1 * 300 +	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Чрезвычайно повысился (более 200%)	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
Очень резко повысился (100 % - 200%)	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292
Резко повысился (50% - 100%)	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
Повысился (10% - 50%)	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294
Слабо повысился (5% - 10%)	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295
Существенно не изменился (в пределах 5%)	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296
Слабо понизился (5% - 10%)	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297
Понизился (10% - 30%)	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298
Резко понизился (30% - 50%)	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299
Очень резко понизился (более 50%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

ОБЪЕМ ПРОДАЖ СЕГОДНЯ, ПО СРАВНЕНИЮ С ОБ.ПРОДАЖ ОТ 1 ДО 30 ДНЕЙ НАЗАД

2 * 300 +	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Чрезвычайно повысился (более 200%)	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
Очень резко повысился (100 % - 200%)	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292
Резко повысился (50% - 100%)	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
Повысился (10% - 50%)	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294
Слабо повысился (5% - 10%)	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295
Существенно не изменился (в пределах 5%)	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296
Слабо понизился (5% - 10%)	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297
Понизился (10% - 30%)	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298
Резко понизился (30% - 50%)	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299
Очень резко понизился (более 50%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

ПРЕВЫШЕНИЕ СПРОСА НАД ПРЕДЛОЖЕНИЕМ ОТ 1 ДО 30 ДНЕЙ НАЗАД

3 * 300 +	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Чрезвычайно превышал (более 150%)	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
Очень сильно превышал (130% - 150%)	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292
Сильно превышал (120% - 130%)	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
Превышаль (110% - 120%)	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294
Слабо превышал (105% - 110%)	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295
Существенно не отличался (в пределах 5%)	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296
Слабо уступал (80% - 95%)	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297
Уступал (70% - 80%)	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298
Сильно уступал (50% - 70%)	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299
Очень сильно уступал (более 50%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

КОЛ-ВО БАНКОВ, УЧАСТВОВАВШИХ В ТОРГАХ ПО СР.С СИТ.ОТ 1 ДО 30 ДНЕЙ НАЗАД

4 * 300 +	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Чрезвычайно повысилось (более 50%)	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
Очень резко повысилось (40 % - 50%)	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292
Резко повысилось (30% - 40%)	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
Повысилось (20% - 30%)	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294
Слабо повысилось (10% - 20%)	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295
Существенно не изменилось (в пределах 10%)	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296
Слабо понизилось (10% - 20%)	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297
Понизилось (20% - 30%)	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298
Резко понизилось (30% - 50%)	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299
Очень резко понизилось (более 50%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

3.1.2. Исходные данные для прогноза: биржевые базы данных

Система "Эйдос-фонд" относится к окружению системы Универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос" и представляет собой по сути дела программный интерфейс между биржевыми базами данных и базовой системой "Эйдос".

Система "Эйдос-фонд" обеспечивает прогнозирование динамики курсов валют и ценных бумаг на 1-й 2-й, 3-й, ... , 30-й день от текущего дня с достоверностью около 85%. Преобразование данных из стандартов биржевых баз данных в стандарт Системы "Эйдос" осуществляется автоматически с помощью специально для этого созданного автором программного интерфейса. В таблице 11 приводится фрагмент биржевой базы данных:

Таблица 11 – Фрагмент биржевой базы данных

ДИНАМИКА КУРСА ДОЛЛАРА США ПО ДАННЫМ ТОРГОВ ММВБ

Дата	Курс $ тыс.руб.	Тренд	Объем продаж млн.$	Первонач. спрос млн.$	Первонач. предл.млн.$	Кол-во банков
01.11.93	1.181	-3	50.310	29.060	50.310	54
02.11.93	1.177	-2	92.560	80.930	92.560	61
09.11.93	1.175	-1	44.510	42.500	44.950	58
10.11.93	1.175	0	62.640	62.640	61.790	62
16.11.93	1.194	+9	99.920	103.750	93.410	78
17.11.93	1.201	+7	99.500	100.240	93.210	73
18.11.93	1.203	+2	115.280	115.330	111.390	71
19.11.93	1.203	0	79.090	79.090	81.360	65
25.11.93	1.214	+1	72.310	73.340	68.430	63
26.11.93	1.219	+5	53.440	53.640	51.100	68
30.11.93	1.231	+0	73.250	75.250	72.750	71
01.12.93	1.235	+4	77.750	78.070	74.670	64
02.12.93	1.230	-5	157.360	140.280	160.400	70
09.12.93	1.229	-0	107.500	107.450	107.500	66
13.12.93	1.231	+2	70.200	71.800	61.350	69
16.12.93	1.247	+0	117.750	116.650	117.800	72
17.12.93	1.247	+0	91.600	91.600	93.150	59
21.12.93	1.250	+0	92.250	92.250	85.690	58
22.12.93	1.250	+0	74.250	74.250	80.000	61
24.12.93	1.250	+0	61.050	61.050	60.450	57
27.12.93	1.249	-1	107.150	97.000	108.400	60
28.12.93	1.247	-2	108.400	108.100	108.500	69
10.01.94	1.274	+15	126.750	128.600	111.200	66
11.01.94	1.293	+19	124.300	127.850	106.700	69
12.01.94	1.335	+42	148.800	154.350	129.800	73
13.01.94	1.356	+21	141.400	142.200	122.350	79
17.01.94	1.402	+46	106.700	110.350	81.700	60
18.01.94	1.504	+102	155.150	163.200	128.250	83
19.01.94	1.607	+103	193.750	199.250	153.000	82
21.01.94	1.544	-9	78.400	67.100	86.300	66
24.01.94	1.544	0	64.900	64.850	66.200	61
25.01.94	1.544	0	62.550	58.300	63.800	58
26.01.94	1.542	-2	53.950	45.300	53.950	61
27.01.94	1.542	0	83.600	80.300	83.900	50
28.01.94	1.542	0	72.400	61.700	72.400	58
31.01.94	1.548	+6	89.100	90.700	86.100	56
01.02.94	1.560	+12	146.450	146.650	137.400	71
02.02.94	1.560	0	116.150	114.950	116.150	67
03.02.94	1.560	0	139.450	122.000	139.450	60
04.02.94	1.560	0	95.450	95.450	94.300	52
07.02.94	1.562	2	66.100	66.100	59.400	60
09.02.94	1.559	0	93.100	86.050	93.700	61
11.02.94	1.567	-1	73.900	58.450	73.900	49
15.02.94	1.567	0	55.550	53.300	57.500	57
16.02.94	1.567	0	59.700	59.700	57.250	49
17.02.94	1.567	+0	68.600	68.650	67.800	59
21.02.94	1.573	+6	50.200	51.100	45.050	57
23.02.94	1.624	+39	144.850	148.100	126.850	65
24.02.94	1.657	+33	106.800	110.200	96.000	72
25.02.94	1.657	0	72.050	69.550	72.050	66
28.02.94	1.659	+2	68.000	73.600	68.000	61
01.03.94	1.668	+9	55.450	55.900	49.450	56
02.03.94	1.677	+9	62.900	69.050	55.550	57

При этом также осуществляется преобразование первичных параметров, т.е. чисел из временных рядов, характеризующих предметную область, во вторичные параметры - характеризую-

щие наступление тех или иных экономических ситуаций (событий). Система "Эйдос" выявляет взаимосвязи между прошлыми и будущими событиями, и, на этой основе, позволяет осуществлять прогнозирование ситуаций. Технические решения, реализованные в данном программном интерфейсе, являются типовыми и могут быть использованы в других приложениях, где необходимо преобразование временных рядов, характеризующих динамику предметной области, в события, анализируемые системой "Эйдос". При использовании данного приложения были "вновь открыты" многие "сильнодействующие" закономерности валютного и фондового рынка, давно известные специалистам и вписывающиеся в так называемые "фундаментальные" (т.е. содержательные аналитические модели) и "технические" (т.е. феноменологические аналитические) модели [7]. В то же время необходимо подчеркнуть, что было открыто много новых, как правило "более слабых" и специфических закономерностей валютного и фондового рынка, ***характерных именно для ММВБ на момент проведения работ***. Была также обнаружена определенная динамика этих закономерностей. Подход, реализованный на базе системы "Эйдос" во многом является синтезом подходов фундаментальной и технической школ и имеет определенную новизну.

3.1.3. Формирование точечных прогнозов

На приведенных ниже диаграммах, которые выдает данная система, приводится фактический курс $ США, а также множество точечных прогнозов и средневзвешенный прогноз динамики курса $, рассчитанный с учетом достоверностей точечных прогнозов. Дело в том, в данном приложении на каждый конкретный день получается 30 прогнозов, первый из которых "с позиции во времени" на 30 дней назад, второй - на 29 дней назад, и т.д.

Фрагмент карточки результатов прогнозирования, получающейся на основе данных, имеющихся на текущий день, приводится в таблице 12:

Таблица 12 – Карточка результатов прогнозирования ("точечные прогнозы")

РЕЗУЛЬТАТ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИСТОЧНИКА С КЛАССАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ

Номер анкеты: 24 Наим.физ.источника: 11.01.94 Качество результата распознавания: 0.000%

Код	Наименование класса распознавания	%ў	Гистограмма сходств/различий
242	На 2-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).....	53	_____
241	На 1-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).....	49	_____
276	На 6-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	34	_____
280	На 10-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	30	_____
277	На 7-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	23	_____
278	На 8-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	21	_____
283	На 13-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	20	_____
290	На 20-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	19	_____
287	На 17-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	18	_____
265	На 25-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).....	-10	__
185	На 5-й день: СЛАБОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).....	-10	___
298	На 28-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).....	-10	___
184	На 4-й день: СЛАБОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).....	-11	___
231	На 21-й день: ПОНИЖЕНИЕ курса $ (1% - 3%).....	-11	___
224	На 14-й день: ПОНИЖЕНИЕ курса $ (1% - 3%).....	-11	___
154	На 4-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).....	-12	___
230	На 20-й день: ПОНИЖЕНИЕ курса $ (1% - 3%).....	-13	___
221	На 11-й день: ПОНИЖЕНИЕ курса $ (1% - 3%).....	-14	____
228	На 18-й день: ПОНИЖЕНИЕ курса $ (1% - 3%).....	-15	____

Любой прогноз основан на использовании ранее выявленных закономерностей в предметной области. Так как эти закономерности вообще говоря изменяются при прохождении активной системой точки бифуркации, то следует ожидать, что сразу после прохождения системой этой точки адекватность модели будет резко снижаться, а затем плавно возрастать со скоростью, которую называют "скоростью сходимости" за счет синтеза и адаптации новой модели (фактически исследование зависимости адекватности модели от объема выборки показывает, что погрешность модели после прохождения системой точки бифуркации уменьшается по закону близкому по форме к "затухающим колебаниям").

Из этого следует, что выявление причинно-следственных связей между событиями, между которыми было несколько точек бифуркации, вряд ли имеет смысл. Поэтому увеличение объема фактографической базы для принятия решений само по себе еще не гарантирует повышения их качества. Более того, учет данных, подчиняющихся закономерностям уже потерявшим силу, вполне может и ухудшить характеристики модели. Свойство модели сохранять адекватность при прохождении точки бифуркации будем называть устойчивостью. Результаты ***взвешивания*** "точечных прогнозов" приведены на рисунках 38-40.

Рисунок 38. Точечные прогнозы курса Российского рубля к доллару США, средневзвешенный прогноз и фактический курс (1993-1995)

Рисунок 39. Зависимость погрешности средневзвешенного прогноза курса рубля от разброса точечных прогнозов (ММВБ, 1993-1995)

Рисунок 40. Сходимость модели по атрибуту: 1246, класс: 219

Устойчивость модели, скорость ее сходимости и повышение степени адекватности при изменении объема обучающей выборки являются важнейшими характеристиками модели и определяются ее способностью к выявлению и учету новых закономерностей в предметной области, вступивших в действие после прохождения системой точки бифуркации.

Атрибут 1246: "Количество банков, участвующих в торгах сегодня по сравнению с ним же, 5 дней назад: существенно не отличается (95-105%)".

Класс 219: "На 9-й день понижение курса $ (1-3%)".

Из рисунка 38 видно, что погрешность прогнозирования и разброс точечных прогнозов сильно коррелируют. Таким образом, разброс точечных прогнозов может быть использован как количественный измеритель степени неопределенности состояния системы и позволяет оценить степень близости этого состояния к "детерминистскому" или "бифуркационному".

Из сравнения рисунков 39 и 40 видно, что после прохождения активной системой каждой точки бифуркации начинается колебательный процесс приближения атрибута к новому оптимальному значению, минимизирующему ошибку прогнозирования. После достижения этого состояния значение атрибута практически не изменяется до достижения системой новой точки бифуркации.

Когда разброс точечных прогнозов незначителен (рисунок 38), средневзвешенному прогнозу можно доверять, т.к. система находится на детерминистском участке своего развития, на котором ее поведение хорошо прогнозируется, т.к. закономерности, управляющие этим поведением на детерминистском этапе известны и не изменяются. Если же разброс точечных прогнозов велик, то средневзвешенному прогнозу доверять нельзя, т.к. система находится в бифуркационном состоянии, на котором ее

дальнейшее поведение неопределенно, т.к. закономерности, управляющие этим будущим поведением только формируются, еще не определены и не отражены в модели.

3.1.4. Формирование средневзвешенного прогноза

Каждый точечный прогноз может быть представлен в форме вектора, параллельного оси Y (величина курса доллара США), имеющего определенную направленность, т.е. знак ("+" повышение, "–" понижение), а также величину, модуль, отражающую скорость изменения курса. Кроме того, каждый точечный прогноз имеет свою достоверность, нормированную от 0 до 1. Было принято, что вклад каждого точечного прогноза в средневзвешенный зависит не только от знака и модуля вектора, но от достоверности, которая просто умножается на модуль и уменьшает его пропорционально достоверности. Таким образом, средневзвешенный прогноз является векторной суммой всех точечных прогнозов с учетом их достоверностей. Так как вектора всех точечных прогнозов параллельны оси Y, то векторную сумму можно заменить их скалярной суммой в координатной форме, в которой направление вектора учитывается просто его знаком:

$$P_D = \sum_{i=D-30}^{D-1} \sum_{j=1}^{N} a_{ij} \times P_{ij} \qquad (6.\ 1)$$

где:

i – дата, с которой сделан прогноз.

j – внутренний номер прогноза, сделанного с ***i-й*** даты.

N – количество прогнозов, сделанных с ***i-й*** даты на дату ***D.***

$\boldsymbol{P_D}$ – средневзвешенный прогноз курса доллара США на дату ***D***.

$\boldsymbol{P_{ij}}$ – модуль и знак ***j-го*** точечного прогноза курса доллара США,

сделанного с ***i-й*** даты на дату ***D***.

a_{ij} – оценка достоверности ***j-го*** точечного прогноза курса доллара США, сделанного с ***i-й*** даты на дату ***D*** (формируется системой "Эйдос" автоматически на основе данных, представленных системой окружения "Эйдос-фонд")

Необходимо отметить, что учитываются только те точечные прогнозы, которые имеют положительное сходство с ситуацией, реально сложившейся на фондовом рынке. В результате средневзвешенный прогноз показывает, что "скорее всего произойдет на фондовом рынке".

Прогнозы, имеющие отрицательное сходство, также могут быть обобщены по аналогичной методике, но полученный средневзвешенный прогноз будет означать "чего точно не произойдет на фондовом рынке".

3.1.5. Оценка адекватности модели

Адекватность модели определяется несколькими способами:

1. Путем численного эксперимента, т.е. ретроспективного прогнозирования по данным обучающей выборки (внутренняя валидность).

2. Путем экспериментально сопоставления прогнозируемого и фактического развития активного объекта (внешняя валидность).

И внутренняя, и внешняя валидность может определяться в разрезе по классам (дифференциальная) или как средневзвешенная по всем классам (интегральная валидность). При исследовании системно-когнитивной модели было обнаружено, что ошибка прогнозирования курса Российского рубля по отношению к дол-

лару США зависит от прогнозируемой ситуации, т.е. дифференциальная валидность существенно отличается от интегральной.

Фрагмент отчета по результатам измерения внутренней дифференциальной и интегральной валидности приведены в таблице 13:

Таблица 13 – Измерение внутренней дифференциальной и интегральной валидности семантической информационной модели фондового рынка

ВСЕГО анкет (физических/логических): 1393/28842 Распознано верно: 21868 Распознано ошибочно: 6974
ВАЛИДНОСТЬ Системы распознавания: 75.8200%

05-01-02 14:54:28 г.Краснодар

N п/п	Код класса	Наименование класса распознавания	Всего анк.лог	Распозн верно	Распозн ошибочн	Валидность Системы(%)
1	1	На 1-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	1	1	0	100.0000
3	2	На 2-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	2	2	0	100.0000
5	3	На 3-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	3	3	0	100.0000
7	4	На 4-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	3	3	0	100.0000
9	10	На 10-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	2	2	0	100.0000
11	13	На 13-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	5	5	0	100.0000
13	14	На 14-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	5	5	0	100.0000
15	15	На 15-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	4	4	0	100.0000
17	16	На 16-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	3	3	0	100.0000
19	17	На 17-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	2	2	0	100.0000
21	18	На 18-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	2	2	0	100.0000
23	19	На 19-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	4	4	0	100.0000
25	20	На 20-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	5	5	0	100.0000
27	24	На 24-й день: ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (более 10%).	2	2	0	100.0000
29	31	На 1-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (5% - 10%).	2	2	0	100.0000
31	32	На 2-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (5% - 10%).	1	1	0	100.0000
33	61	На 1-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	1	1	0	100.0000
35	62	На 2-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	3	3	0	100.0000
37	64	На 4-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	1	1	0	100.0000
39	129	На 9-й день: СЛАБОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).	14	14	0	100.0000
41	139	На 19-й день: СЛАБОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).	6	6	0	100.0000
43	241	На 1-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	3	3	0	100.0000
45	244	На 4-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	4	4	0	100.0000
47	245	На 5-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	6	6	0	100.0000
49	271	На 1-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).	8	8	0	100.0000
51	73	На 13-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	17	16	1	94.1176
53	77	На 17-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	13	12	1	92.3077
55	273	На 3-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).	13	12	1	92.3077
57	272	На 2-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (более 5%).	12	11	1	91.6667
59	53	На 23-й день: ОЧЕНЬ РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (5% - 10%).	21	19	2	90.4762
61	74	На 14-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	21	19	2	90.4762
63	167	На 17-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	294	265	29	90.1361
65	72	На 12-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	10	9	1	90.0000
67	174	На 24-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	200	180	20	90.0000
69	166	На 16-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	306	273	33	89.2157
71	246	На 6-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	9	8	1	88.8889
73	173	На 23-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	205	181	24	88.2927
75	168	На 18-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	283	249	34	87.9859
77	175	На 25-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	197	173	24	87.8173
79	69	На 9-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	8	7	1	87.5000
81	137	На 17-й день: СЛАБОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).	8	7	1	87.5000
83	176	На 26-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	191	167	24	87.4346
85	169	На 19-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	277	241	36	87.0036
87	171	На 21-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	311	270	41	86.8167
89	161	На 11-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	443	384	59	86.6817
91	250	На 10-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	37	32	5	86.4865
93	251	На 11-й день: РЕЗКОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	37	32	5	86.4865
95	160	На 10-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	451	388	63	86.0310
97	172	На 22-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	240	206	34	85.8333
99	70	На 10-й день: РЕЗКОЕ ПОВЫШЕНИЕ курса $ (3% - 5%).	7	6	1	85.7143
101	162	На 12-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	435	372	63	85.5172
103	200	На 20-й день: СЛАБОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).	262	224	38	85.4962
105	179	На 29-й день: курс $ БЕЗ ОСОБЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (не более 0.5%).	172	147	25	85.4651
107	210	На 30-й день: СЛАБОЕ ПОНИЖЕНИЕ курса $ (0.5% - 1%).	201	171	30	85.0746

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП *ЭЙДОС*

Прохождение системой точек бифуркации изменяет значения атрибута, но не изменяет его *смысла* по отношению к рассмотренным классам, т.е. не изменяет семантического портрета атрибута, поэтому данный вид устойчивости предлагается называть "Семантическая устойчивость".

Из рисунков 38-40 хорошо видно, что погрешность прогнозирования и разброс точечных прогнозов резко возрастают синхронно с "обвалами" рубля. При искусственном (волевом) "удержании" курса рубля, которое обычно следует за периодами его "обвала", прогноз сильно отличается от фактического курса. Это можно объяснить тем, что фактически прогнозируется рыночный, а не искусственно установленный курс. Таким образом, разброс точечных прогнозов является количественным измерителем степени неопределенности состояния системы и позволяет классифицировать это состояние как "детерминистское" или "бифуркационное" или оценить степень близости к этим состояниям.

Продолжим глубокую и плодотворную квантовомеханическую аналогию. Высокая степень согласованности точечных прогнозов соответствует высокой степени редукции волновой функции, т.е. состоянию объекта с высокой степенью редукции, в котором плотность вероятности его наблюдения близка к 1 для одного состояния или в некоторой точке и очень мала для остальных. Большой разброс точечных прогнозов соответствует виртуальному состоянию объекта, при котором плотность вероятности его наблюдения распределена по различным состояниям таким образом, что для любого из них достаточно далека от 1. Объект не может находиться одновременно и в полностью виртуальном, и в полностью редуцированном состояниях, при этом количественное соотношение между "степенями редукции и виртуальности" определяется известным соотношением неопределенностей Гейзенберга.

Когда разброс точечных прогнозов незначителен, средневзвешенному прогнозу можно доверять, т.к. система находится на детерминистском участке своего развития, на котором ее поведение хорошо прогнозируется, т.к. закономерности, управляющие этим поведением на детерминистском этапе известны и не изменяются. Если же разброс точечных прогнозов велик, то средневзвешенному прогнозу доверять нельзя, т.к. система нахо-

дится в бифуркационном состоянии, на котором ее дальнейшее поведение неопределенно, т.к. закономерности, управляющие этим будущим поведением только формируются и еще не определены.

Таким образом, развитые *методика, технология и программный инструментарий АСК-анализа позволяют либо надежно прогнозировать развитие активного объекта, либо надежно прогнозировать его переход в бифуркационное состояние*, что само по себе также чрезвычайно ценно.

3.1.6. Детерминистские и бифуркационные участки траектории

При исследовании динамики среднеквадратичного отклонения точенных прогнозов от средневзвешенного (разброс точечных прогнозов от среднего) было обнаружено, что эта характеристика позволяет выделить два основных типа периодов, которые сменяют друг друга:

1. Относительно длительные периоды, характеризующиеся "высокой кучностью точечных прогнозов". Это детерминистские периоды, для которых характерна высокая точность прогнозов, высокое совпадение средневзвешенного прогноза с фактическим курсом доллара США (на уровне 90-95%).

2. Относительно короткие периоды, характеризующиеся высокой степенью разброса точечных прогнозов. Это бифуркационные периоды, для которых характерна низкая точность прогнозов, относительно слабое совпадение средневзвешенного прогноза с фактическим курсом доллара США (на уровне 50-60%).

Необходимо специально отметить, что сам факт наступления бифуркационного периода прогнозируется по величине разброса точечных прогнозов с очень высокой достоверностью (около 95%), а что произойдет конкретно в бифуркационный период с курсом доллара США и рубля спрогнозировать вообще не представляет проблемы, т.к. всегда происходило одно и то же: во все эти "черные вторники и четверги" происходил катастрофический курса обвал рубля по отношению к доллару.

3.1.7. Прогнозирования времени перехода системы в бифуркационное состояние

Остановимся подробнее на прогнозе перехода активного объекта в бифуркационное состояние. Прежде всего, если говорить о Российском фондовом рынке, то многолетний опыт его исследования убедительно свидетельствует, что в точках бифуркации неизменно происходит "обвал" рубля. Но в возможности прогнозирования сроков перехода системы в состояние бифуркации содержится и значительно более глубокий смысл, состоящий в том, что имеется теоретическая и практическая возможность определения сроков окончания любого дела на основании сроков его начала и данных о ходе реализации. Это и прогнозирование срока окончания ВУЗа по данным о сдаче сессий, прогнозирование сроков безотказной эксплуатации различных технических систем (от мобильной энергоустановки до сложной территориально распределенной энергосистемы), "сроков жизни" различных организмов, а также экономических, общественных, военных, политических и государственных организаций, и т.п. и т.д. Примерно также по изучению участка траектории снаряда специалисты по баллистике определяют точку его вылета и предполагаемую цель.

3.1.9. Исследование семантической информационной модели

Рассмотрим каким образом в предложенной технологии решаются некоторые проблемы, сформулированные в теоретической части данного исследования:

Кратко рассмотрим на примере исследования фондового рынка основные параметры семантической информационной модели предметной области:

1. Способ взвешивания точечных прогнозов.
2. Ослабление влияния факторов со временем
3. Старение информации и периоды эргодичности процессов в предметной области.
4. Время реакции системы на изменение факторов (ригидность).
5. Автоколебания системы.

6. Детерминистские и бифуркационные участки траектории.

7. Управление фондовым рынком на детерминистских участках траектории и в точках бифуркации.

Ослабление влияния факторов со временем

Разработка методики прогнозирования основывалась на предположении о том, что факторы в среднем должны оказывать тем меньшее воздействие на текущую ситуацию на фондовом рынке, чем больше прошло времени со времени окончания их действия. Поэтому в реализованной методике учитывались факторы, действующие в течение прошедшего месяца. Специальное исследование, проведенное после разработки методики, показало, что факторы, действующие примерно 30 дней до возникновения текущей ситуации на фондовом рынке, незначительно отличаются по силе влияния на фондовый рынок от факторов, действующих 10 или 20 дней назад. Это означает, что в принципе оправдано было бы взять и значительно больший предстоящий период, например 6 месяцев, в течение которого учитывалось бы действие факторов на текущую ситуацию. Для определения длины предстоящего периода необходимо проведение специального исследования с очень большим предстоящим периодом, составляющим, например, несколько лет.

Старение информации и периоды эргодичности процессов в предметной области

В то же время при исследовании зависимости валидности методики от продолжительности предстоящего периода, в течение которого учитывается действие факторов, было обнаружено, что при увеличении этого периода валидность методики сначала возрастает, а затем начинает плавно, а иногда и скачком снижаться. Рост валидности объясняется увеличением статистики базы примеров, что повышает ее представительность и адекватность. Последующее уменьшение валидности может быть объяснено тем, что закономерности в предметной области изменяются с течением времени, и, поэтому, очень старые данные основаны на иных закономерностях, чем действующие в настоящее время, и значит они уже не повышают адекватность методики, а снижают ее, по сути искажают картину.

Периоды времени, в течение которых закономерности в предметной области существенно не меняются, называются пе-

риодами эргодичности. Именно на эр годичных периодах неадаптивные АСУ сохраняют свою адекватность. Эргодичность процессов нарушается либо в результате длительного действия эволюционных изменений в предметной области, которые в конце концов приводят к ее качественному изменению, или в результате действия кратковременных революционных (качественных, скачкообразных) изменений.

Для каждой методики должны быть определены периоды эргодичности, т.к. при выходе за эти периоды необходима адаптация старой или разработка новой методики.

Автоколебания фондового рынка

При исследовании чередования детерминистских и бифуркационных этапов в развитии активных объектов методами корреляционного анализа и конечных разностей были обнаружены автоколебания средневзвешенного прогноза, разброса точечных прогнозов и ошибки средневзвешенного прогноза на фондовом рынке с периодичностью около одной недели и одного месяца (рисунок 41):

Рисунок 41. Автоколебания фондового рынка (ММВБ, 1993-1995)

В качестве варианта содержательного объяснения полученных результатов (т.е. их интерпретации) можно предположить, что именно с этой периодичностью на фондовом рынке в 1993-1994 годах осуществлялись принятие и реализация решений. Причем в субботу и воскресенье принимаются решения на следующую неделю, а в конце месяца – на следующий месяц. Таким образом, можно говорить *об уровнях бифуркаций:* для достижения цели месяца как закон реализуется некий план, для реализации которого необходимо каждую неделю принимать и реализовать решения так сказать 2-го уровня, подчиненные главному плану и цели месяца.

Предложенные методология, технология, методика и специальный программный инструментарий обеспечивают системно-когнитивный анализ детерменистско-бифуркационной динамики активных объектов и в других предметных областях [3-190]. Однако необходимо отметить, что одной из предпосылок для формирования точечных прогнозов с различных точек во времени является *наличие данных мониторинга за достаточно длительный период времени*, т.е. отдельных точечных исследований для этого недостаточно.

Изучение графика средневзвешенного прогноза курса доллара США показало, что его автокорреляция имеет ярко выраженную недельную периодичность, т.е. ММВБ в 1994 году имела период собственных колебаний, составляющий одну неделю. Скорее всего это связано с отсутствием торгов в выходные дни.

Время реакции системы на изменение факторов (ригидность)

Исследование, проведенное после разработки методики, показало, что наиболее сильное влияние на текущую ситуацию оказывают факторы, действующие неделю назад, а более поздние факторы практически не оказывают на нее никакого влияния. Это означает, что в ММВБ в 1994 году имела высокую "инерционность", "время реакции", "ригидность", составляющую примерно

одну неделю. По некоторым данным аналогичный параметр для Лондонской биржи в этот же период времени составлял около 32 секунд.

Управление фондовым рынком на детерминистских участках траектории

Из факторов, существенно влияющих на динамику курса доллара США лишь некоторые зависят от решений крупных финансовых негосударственных руководителей, да и то, если они будут действовать скоординировано. Прежде всего это количество банков, участвующих в торгах, а также объем первоначального спроса и предложения. На второй параметр может оказывать существенное влияние Центральный банк, путем крупных интервенций или закупок доллара США.

Управление фондовым рынком в точках бифуркации

Однако, в точках бифуркации обычные закономерности фондового рынка нарушаются или практически теряют силу, в игру вступают совсем другие факторы, которые имеют в основном не экономическую, а психологическую природу. Изучение этих факторов и разработка тактики оперативных действий требует прогнозирования динамики курса в течение суток буквально по часам. Такая работа была проведена совместно с Б.Х.Шульман (США). На первом этапе была разработана универсальная формальная классификация, включающая очень большое (заранее избыточное) количество вариантов суточной динамики курса доллара США, которая генерировалась автоматически. Затем было изучено влияние факторов, действующих на фондовом рынке в течение предшествующего месяца. Проведенная работа показала, что:

– не все теоретически-возможные варианты суточной динамики курса фактически реализуются;

– существует возможность надежного прогнозирования суточной динамики курса доллара не только в детерминистские периоды, но и в точках бифуркации.

Это позволяет участникам рынка сознательно и спокойно принимать ответственные решения не только заблаговременно, но и точно привязываясь к времени в течение дня.

В последующем исследования и разработки в этом направлении были продолжены [3-190].

3.2. Технические науки

В качестве примера применения системно-когнитивного анализа и его инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для проведения исследований в области технических наук рассмотрим «Задачу управления степенью минерализации и глубиной залегания грунтовых вод на рисовых оросительных системах с целью повышения урожайности и качества риса».

В статье [44] поставлена проблема управления степенью минерализации и глубиной залегания грунтовых вод на рисовых оросительных системах с целью повышения урожайности и качества риса. Показана ее актуальность, сформулирована идея решения. В работе исследуются характеристики исходных данных и на этой основе выдвигаются требования к математической модели, освещены традиционные пути и приведена концепция решения проблемы.

В статье [41] осуществлена когнитивная структуризация и формализация задачи управления степенью минерализации и глубиной залегания грунтовых вод, в результате чего разработаны классификационные и описательные шкалы и градации, с использованием которых закодирована и импортирована в программную систему обучающая выборка.

В статье [42] описывается порядок синтеза, оптимизации и верификации семантической информационной модели управления минерализацией и уровнем грунтовых вод.

В статье [43] описывается порядок исследования семантической информационной модели, предлагается решение задач идентификации и прогнозирования, проводится исследование систе-

мы детерминации состояний и функций влияния факторов, системно-когнитивный анализ модели.

В результате проведенного исследования были созданы информационные модели влияния интенсивности сбросов на различных шлюзах рисовой оросительной системы Краснодарского края на уровень грунтовых вод в регионе и уровень их засоления, что позволило выработать научно обоснованные рекомендации по рациональному ведению водного режима в оросительной системе.

3.3. Психология

3.3.1. Синтез и решение задач управления качеством подготовки специалистов (на примере КЮИ МВД РФ)

3.3.1.1. Вводные замечания

Решение задач АСУ качеством подготовки специалистов было продемонстрировано в Краснодарском юридическом институте МВД России (КЮИ МВД РФ) на данных 7-летнего лонгитюда. Исследование проведено совместно с Третьяком В.Г., и Лаптевым В.Н. [3-190] на основе данных по абитуриентам и учащимся КЮИ МВД РФ за 1995–2002 годы.

Социально-экономический эффект данного исследования обусловлен повышением эффективности вложения средств, направляемых на подготовку и переподготовку кадров, а также на их профессиональную деятельность.

В соответствии с типовой моделью РАСУ АО, представленной на рисунке 42, предложена 2-х уровневая модель предметной области. На 1-м уровне активным объектом управления являлся учащийся, который характеризовался текущим состоянием и предысторией; управляющей системой являлся педагогический процесс, а средой – образовательная среда вуза. На 2-м уровне активным объектом управления был педагогический процесс и образовательная среда вуза в целом, а также профессиональная среда. В проведенном исследовании основное внимание было уделено 1-му уровню РАСУ КПС.

Рисунок 42. Обобщенная схема двухуровневой рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов

3.3.1.2. Некоторые теоретические аспекты постановки задачи

Эффективность функционирования правоохранительной системы Российской Федерации во многом зависит от профессионализма сотрудников ОВД. Поэтому особый интерес представляет разработка методов моделирования профессиональных траекторий, позволяющих прогнозировать поступление абитуриента в вуз, показатели его академической успеваемости в период обучения по различным специальностям, дисциплинам и циклам дисциплин, а также то, закончит ли он обучение в вузе, как и сколько он мог бы работать после окончания вуза по различным специальностям.

Для решения этой проблемы предлагается двухуровневая модель предметной области, уровни которой отличаются объектом управления, целями управления, управляющей системой и факторами, характеризующими объект управления, управляющую систему и окружающую среду. На первом уровне объектом

управления является учащийся, который характеризуется текущим состоянием и предысторией; управляющей системой является педагогический процесс, а средой – образовательная среда вуза. На втором уровне объектом управления является сам педагогический процесс и даже образовательная среда вуза в целом, а также профессиональная среда; управляющей системой – вышестоящие организации.

В данной работе основное внимание сосредоточено на первом уровне. На этом уровне учащийся рассматривается как активный объект управления, имеющий собственные цели и мотивы их достижения, а также модель окружающей среды, включая управляющую систему. Педагогический процесс рассматриваются как способ управления учащимся. Учитываются все категории факторов, влияющих на характеристики выпускника и молодого специалиста. Это факторы, характеризующие текущее состояние учащегося, его предысторию, факторы педагогического процесса, другие факторы образовательной и профессиональной среды. Цели объекта управления вообще говоря не совпадают с целями управления, в частности они могут полностью не совпадать, а также частично или полностью совпадать. Управление активным объектом предполагает коррекцию его целей и мотиваций в направлении, сближающим их с целями управления, что может быть достигнуто обучением, стимулированием и другими воздействиями на его систему моделирования, целеполагания и принятия решений.

Одним из основных требований системного анализа является требование полноты и всесторонности рассмотрения предметной области. Исходя из этого требования в качестве факторов, характеризующих текущее состояние учащегося, были выбраны следующие: общая интернальность (по УСК); Интернальность в области достижений (по УСК); Интернальность в области неудач (по УСК); Интернальность в семейных отношениях (по УСК); Интернальность в области служебных отношений (по УСК); Интернальность в области межличностных отношений (по УСК). Интернальность в отношении здоровья (по УСК); Факторы по 16PF опроснику Кэттела; Эргичность предметной деятельности (по Руссалову); Социальная эргичность (по Руссалову); Пластичность в предметной деятельности (по Руссалову); Социальная

пластичность (по Руссалову); Темп предметной деятельности (по Руссалову); Социальный темп (по Руссалову); Эмоциональность предметной деятельности (по Руссалову); Социальная эмоциональность (по Руссалову); Склонность к соглашательству; "Шизоидность"; Экстраверсия; Сила процессов возбуждения; Сила процессов условного торможения; Подвижность нервных процессов; Общая активность (по Ямпольскому); Интеллект; Мотивация к достижению цели - к успеху (по Т.Элерсу); Пол; Тип активности личности.

Данные комплексного психологического тестирования учащихся по перечисленным параметрам вводились в систему "Эйдос" вручную. В последующем с учетом опыта подобных исследований совместно с С.Д.Некрасовым была разработана и успешно применена система комплексного психологического тестирования "Эйдос-Ψ", обеспечивающая: проведение психологического тестирования респондентов с помощью психологических тестов, накопление базы данных результатов тестирования, формирование психологических портретов различной детализации произвольных групп респондентов, автоматизированный транспорт исходных данных для углубленного анализа в универсальную когнитивную аналитическую систему "Эйдос".

В модели учтено три варианта образовательных технологий, применяемых по отношению к лицеистам, студентам (слушателям) и экстернам. Эти технологии отличаются набором учебных дисциплин. Другие факторы образовательной среды не учитывались, т.к. были для всех учащихся общими в связи с тем, что на данном этапе исследование проводилось на примере одного вуза: Краснодарского юридического института МВД РФ (КЮИ МВД РФ).

В качестве прогнозируемых состояний учащихся рассматривались: Поступление в вуз; Успеваемость; Окончание вуза; Успешность профессиональной деятельности; Работает в ОВД; Уволен из ОВД по собств.желанию; Уволен из ОВД за нарушение условий контракта, а также большое количество различных вариантов их детализации.

Для решения поставленной проблемы необходимо накопить данные *мониторинга* за достаточно длительный период, провести

анализ данных мониторинга с целью выявления и изучения "причинно-следственных взаимосвязей" между прогнозируемыми состояниями активного объекта управления и непосредственно или опосредованно измеряемыми факторами, оказывающими влияние на его развитие, построить математическую модель предметной области, обеспечивающую решение задачи *прогнозирования* развития активного объекта управления под влиянием различных сочетаний факторов, а также обратной задачи прогнозирования, т.е. задачи выработки оптимального многофакторного *управляющего* воздействия на активный объект управления для перевода его в заданное целевое состояние.

Ключевым при построении математической модели является *выбор количественной меры*, обеспечивающей учет степени причинно-следственной взаимосвязи исследуемых параметров. Эта мера должна удовлетворять следующим *требованиям*: 1. Эффективная вычислимость на основе эмпирических данных, полученных непосредственно из опыта. 2. Универсальность, т.е. независимость от предметной области. 3. Единый для различных предметных областей принцип содержательной интерпретации и измеримость в единых единицах измерения. 4. Учет понятий "цели объекта управления", "цели управления". 5. Учет понятий "мощность множества будущих состояний объекта управления". 6. Сопоставимость в пространстве и во времени. 7. Возможность введения метрики и функции принадлежности на базе выбранной количественной меры. В качестве количественной меры, удовлетворяющей всем этим условиям, была предложена модифицированная мера семантической целесообразности информации А.Харкевича.

Математическая модель должна удовлетворять следующим требованиям: содержательная интерпретируемость; эффективная вычислимость на основе эмпирических данных (наличие эффективного численного метода); универсальность; адекватность; сходимость; семантическая устойчивость; сопоставимость результатов моделирования в пространстве и времени; непараметричность; формализация базовых когнитивных операций системного анализа (прежде всего таких, как обобщение, абстрагирование, сравнение классификация и др.); корректность работы на фрагментарных, неточных и зашумленных данных; возможность

обработки данных очень больших размерностей (тысячи факторов и будущих состояний объекта управления); математическая и алгоритмическая ясность и простота, эффективная программная реализуемость.

Модель, удовлетворяющая этим требованиям, основанная на предложенной количественной мере причинно-следственных взаимосвязей событий, была разработана и реализована в универсальной когнитивной аналитической системе "Эйдос".

На основе данных по абитуриентам и учащимся КЮИ МВД РФ за 1995 – 2002 годы (7-летний лонгитюд) разработано соответствующее приложение системы "Эйдос", позволяющие продемонстрировать возможность решения сформулированной выше проблемы.

Одним из результатов применения системы "Эйдос" были *профессиограммы* специальностей, в которых отражены требования предъявляемым к сотрудникам ОВД. Ориентируясь на эти профессиограммы и осуществляется психологическое сопровождение учебного и воспитательного процесса вуза как составной части процесса подготовки квалифицированных кадров для МВД.

Кроме того, были сформированы информационные модели, позволяющие решать следующие *задачи прогнозирования*:

– поступления в ВУЗ; успешности обучения в вузе по различным дисциплинам и комплексам дисциплин; успешности окончания ВУЗа и причин отчисления; успешности профессиональной деятельности после окончания ВУЗа, продолжительности профессиональной деятельности по специальности, полученной в ВУЗе, а также причин ухода из ОВД, а также задачу выбора оптимального управления, для перевода активного объекта управления из заданного текущего состояния в заданное целевое состояние.

На этой основе можно заблаговременно принимать решение о целесообразности обучения по тем или иным специальностям для конкретных обучаемых.

С помощью системы "Эйдос" обеспечивается также кластерно-конструктивный анализ предметной области, в т.ч. синтез, адаптация и применение конструктов, отображение результатов анализа в наглядной графической форме семантических сетей и когнитивных диаграмм, в т.ч. диаграмм Вольфа Мерлина.

Средневзвешенная достоверность прогнозирования на данных, используемых для синтеза модели (внутренняя интегральная валидность), составила в данном исследовании 83%. Внутренняя дифференциальная валидность при решении перечисленных задач колебалась при прогнозировании различных будущих состояний учащихся от 71 до 100% (при этом по двум состояниям корректные обобщенные образы не были сформированы).

Внешняя дифференциальная валидность при прогнозировании успешности службы в ОВД и продолжительности профессиональной деятельности в ОВД (т.е. при прогнозировании на данных, не входящих в обучающую выборку) составила около 80%, что подтверждает работоспособность предлагаемых технологий и их перспективность.

3.3.1.3. Характеристика источников информации, исходных данных и организационно-юридических форм их получения

В 1994 году на уровне руководства КЮИ МВД РФ и УВД Краснодарского края было принято решение о начале исследований, краткое описание которых приведено в данном разделе. Были разработаны и утверждены соответствующие документы. Таким образом, были созданы организационные и юридические условия для сбора и накопления баз данных мониторинга. Ниже приводятся некоторые документы организационно-юридического обеспечения данного исследования:

1. Приказ о начале работ.
2. Приказ о создании экспертного Совета.
3. Ведомости экспертного Совета.
4. Календарный план проведения работ.
5. Письмо, с просьбой предоставить исходную информацию "обратной связи": служебные характеристики на выпускников КЮИ МВД РФ и приложение к нему (для заполнения формализованной служебной характеристики).
6. Сводная учебная ведомость с данными академической успеваемости.
7. Справочники классов и факторов.

Следует отметить сложность решения организационных и юридических вопросов, связанную прежде всего с новаторским

характером проводимых работ. Эти вопросы были решены только благодаря пониманию и поддержке со стороны первых лиц.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
КРАСНОДАРСКИЙ ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРИКАЗ

"30" декабря 1994 г. г.Краснодар, ул.Ярославская, 128

№643

Министерством внутренних дел РФ начаты подготовительные работы, которые в перспективе должны привести к созданию стандартной автоматизированной системы, обеспечивающей:

- объективную оценку уровня и качества подготовленности абитуриентов и слушателей ВУЗов МВД России с выходом на прогнозирование степени их профессиональной пригодности;
- объективную и сопоставимую оценку уровня ведомственных учебных заведений МВД РФ, с целью их лицензирования, аттестации и аккредитации.

В рамках соответствующей программы работ Краснодарскому юридическому институту определено конкретное направление реализации многоуровневой системы профессионального образования в органах внутренних дел. Институт определен головным образовательным учреждением по данному направлению на Северном Кавказе.

В связи с вышеизложенным **принято решение** о разработке и внедрении в практику работы института оптимальных компьютерных методик тестирования абитуриентов и слушателей с целью обеспечения высокого качества обучения и прогнозирования профессиональной пригодности абитуриентов и слушателей по специальностям Краснодарского юридического института МВД России, а также частных охранников банков.

Для выполнения данных работ ПРИКАЗЫВАЮ создать временный творческий коллектив и назначить:

1. Руководителем - заместителя начальника института по учебной работе полковника милиции ВИШНЕВЕЦКОГО Валерия Аркадьевича;
2. Заместителем руководителя по внедрению научных результатов - заместителя начальника института по научной работе, подполковника милиции МЕРЕТУКОВА Гайсу Мосовича, кандидата юридических наук, доцента;
3. Заместителем руководителя и координатором работ - начальника кафедры ОРД и информатики полковника милиции ЛАПТЕВА Владимира Николаевича, кандидата технических наук, доцента;
4. Руководителем по методологии и технологии проведения работ и применению автоматизированной системы "ЭЙДОС-4.0" - директора НПП "ЭЙДОС" ЛУЦЕНКО Евгения Вениаминовича;
5. Научным консультантом по разработке и применению психодиагностических методик - главного психолога НПП "ЭЙДОС" ВОРОБЬЕВА Владимира Константиновича.
6. Ответственными:
   - за компьютерную обработку информации старшего преподавателя кафедры ОРД и информатики подполковника милиции СЕЛИВЕРСТОВА Владимира Владимировича;
   - за психолого-педагогическое обеспечение работ - начальника учебного отдела подполковника милиции ШАЛИНА Виктора Викторовича;
   - редактора НИ и РИО КИРЬЯН Александру Ивановну;
   - библиотекаря АРТЕМОВУ Светлану Геннадиевну;

Профессорско - преподавательскому составу, руководителям служб и подразделений института, задействованных временным творческим коллективом выполнить необходимые работы согласно календарного плана и указаниям вышеназванных руководителей данного направления работ.

Утвержденный календарный план выполнения работ прилагается.

Контроль за исполнением настоящего Приказа оставляю за собой.

Начальник института
полковник милиции **Ю.Агафонов**

ПРИКАЗ

"___" января 1996 г. г.Краснодар

№_____

/О создании Совета экспертов/

В целях совершенствования профессионального отбора и в соответствии с п.8 календарного плана работ по разработке и внедрению оптимальных методик тестирования абитуриентов института и сотрудников ОВД края

ПРИКАЗЫВАЕМ:

1. Создать экспертный Совет Краснодарского юридического института МВД России и УВД Краснодарского края в следующем составе:

Председатель - заместитель начальника института по учебной работе полковник милиции ВИШНЕВЕЦКИЙ В.А.;

Заместители председателя:

– заместитель начальника института по научной работе, подполковник милиции МЕРЕТУКОВ Г.М., кандидат юридических наук, доцент;

– заместитель начальника ОК УВД Краснодарского края, полковник внутренней службы ЗАЙЦЕВ В.П.;

Члены Совета:

– И.О. начальника кафедры ОРД и информатики полковник милиции ЛАПТЕВ В.Н., кандидат технических наук, доцент;

– научный консультант по вопросам технологии и методологии применения Системы "ЭЙДОС-6.2" ЛУЦЕНКО Е.В.;

– научный психолог-консультант НПП "ЭЙДОС" ВОРОБЬЕВ В.К.;

– секретарь экспертного Совета АРТЕМОВА С.Г.

2. Утвердить список экспертов УВД Краснодарского края - членов экспертного Совета (приложение 1);

3. Возложить на экспертный Совет функции определения типичных представителей для формирования обучающий выборки по различным направлениям научных исследований и разработок КЮИ МВД РФ.

4. Председателю экспертного Совета (Вишневецкому В.А.) и его заместителю (Зайцеву В.П) организовать сбор назначенных экспертов для ознакомления с технологией проведения работ, получения необходимых документов (приложения 2, 3) и неукоснительного выполнения календарного плана.

Начальник УВД
Краснодарского края
генерал-лейтенант
_____А.Сапрунов

Начальник института
генерал-майор
_____Ю.Агафонов
"__"_____1996г.

Приложение 1
к приказу УВД КК и КЮИ МВД РФ №___ от ___01.95г.
Копирование заполненного списка ЗАПРЕЩЕНО.
Заполненный бланк подлежит возврату.

СПИСОК ЭКСПЕРТОВ УВД КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

№ п/п	Спец.звание, фамилия и инициалы	Орган внутренних дел	Занимаемая должность	Служ. телефон
1				
2				
3				

Зам. председателя экспертного Совета,
полковник внутренней службы
_____В.П.Зайцев
"____"_____ 1996г.

Зам. пред. экспертного Совета,
полковник милиции, профессор
_____Г.М.Меретуков
"____"_____1996г.

Приложение 2
к приказу УВД КК и КЮИ МВД РФ №___ от ___01.95г.
Копирование заполненного списка ЗАПРЕЩЕНО.
Заполненный бланк подлежит возврату.

ВЕДОМОСТЬ ВЫДАЧИ РАЗДАТОЧНОГО МАТЕРИАЛА
ЧЛЕНАМ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА И ЕГО ВОЗВРАТА

№ п/п	Фамилия, имя отчество	Справочник профессиональных категорий	Список типичных представителей проф.категорий	Отметка о возврате материалов
1				
2				
3				

Секретарь экспертного Совета С.Г.Артемова

Приложение 3
к приказу УВД КК и КЮИ МВД РФ №___ от ___01.95г.
Копирование заполненного списка ЗАПРЕЩЕНО.
Заполненный бланк подлежит возврату.

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель экспертного Совета
полковник милиции
_____ В.А.Вишневецкий
"____"_____ 1996г.

СПИСОК ТИПИЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАТЕГОРИЙ

№ п/п	Спец.звание, фамилия и инициалы	Занимаемая должность	Стаж службы в занимаемой должности (лет)	Общий стаж службы в ОВД (лет)	Коды профессиональных категорий анкетируемых
1					
2					
3					

Член экспертного Совета /_____/
"_____"_____1996г.

УТВЕРЖДАЮ:
Начальник Краснодарского юридического института МВД России,
полковник милиции
_____ Ю.Агафонов
"___" _____ 1994г.
М.П.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
работ по разработке и внедрению оптимальных методик тестирования абитуриентов и слушателей КЮИ МВД РФ и частных охранников банков

№ п/п	Наименование этапа работ	Дата начала	Дата оконч	Должность ответств.
1	Подготовка и утверждение Приказа о начале работ.	20.12.94	25.12.94	Начальник института
2	Проведение организационного совещания с руководителями и участниками работ.	25.12.94	27.12.94	Заместитель начальника по учебной работе
3	Постановка задач и обучение выделенных специалистов: по эксплуатации системы "Эйдос-6.2", по разработке максимальных опросников по профильным предметам в соответствии с программой и по инвариантной части базисного плана,	01.01.95 04.21.95 09.01.95	04.21.95 06.01.95 14.21.95	Директор НПП "Эйдос", Каф.ОРД и информатики, психологи, операторы, преподаватели
4	Разработка и утверждение справочника классов распознавания (категорий абитуриентов и слушателей, частных охранников)	14.21.95	21.01.95	Каф.ОРД и информатики, Директор НПП "Эйдос"
5	Разработка и утверждение максимальных опросников по косвенному психосоциальному тестированию: абитуриентов; слушателей; частных охранников банков.	23.01.95	04.22.95	Зав.метод. кабинетом, преподаватели учебных дисциплин, Директор НПП "Эйдос"
6	Ввод справочника классов распознавания и максимальной анкеты в компьютер.	06.02.95	11.02.95	Каф.ОРД и информатики
7	Изготовление оригинал-макетов на лазерном принтере, тиражирование и брошюровка в необходимом количестве экземпляров: руководства пользователя по системе "Эйдос-6.2" справочника категорий абитуриентов, слушателей и частных охранников банков; максимальных опросников, бланков анкет пустографок обучающей выборки.	13.02.95	18.02.95	Директор НПП "Эйдос", Каф.ОРД и информатики 5 экз. 20 экз. 50 экз. 1000 экз.
8	Создание экспертного Совета КЮИ МВД РФ и определение абитуриентов, слушателей и частных охранников банков для формирования обучающей выборки, являющихся яркими представителями классов распознавания.	20.02.95	25.02.95	Начальник института, члены экспертного Совета
9	Заполнение анкет пустографок обучающей выборки абитуриентами, слушателями и частными охранниками банков.	27.02.95	11.03.95	Каф.ОРД и информат., члены экспертного Совета
10	Ввод обучающей выборки в систему "Эйдос", последующий контроль ее достоверности и корректировка.	13.03.95	15.03.95	Каф.ОРД и информат.
11	Разработка оптимальных методик тестирования (оптимизация анкеты).	16.03.95	21.03.95	Директор НПП "Эйдос", Каф.ОРД и информат.
12	Приемо - сдаточные испытания оптимальных методик тестирования (измерение валидности системы "Эйдос-6.2")	22.03.95	25.03.95	Директор НПП "Эйдос", Члены ВТК.
13	Расчет, распечатка, переплет комплекта выходных форм по разработанным оптимальным методикам тестирования.	27.03.95	03.04.95	Директор НПП "Эйдос", Каф.ОРД и информат.
14	Анализ комплекта выходных форм и разработка итогового отчета о проведенной НИР по разработке оптимальных методик тестирования.	03.04.95	08.04.95	Зам. начальника института по учебной работе, Каф.ОРД и информат., члены экспертного Совета, ведущие преподаватели.
15	Итоговая конференция по результатам проведенных работ, утверждение отчета о НИР, принятие решения о стандартизации оптимальных методик для применения в практике работы института и родственных ведомственных учебных заведений, практических ОВД и в системе охраны банков.	10.04.95	15.04.95	Руководство КЮИ МВД РФ, Директор НПП "Эйдос", члены ВТК, эксперты, преподаватели и представители заинтересованных служб.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
ПО СПЕЦКУРСУ "МЕНЕДЖЕР ПО УПРАВЛЕНИЮ ПЕРСОНАЛОМ"
Срок обучения: 84 часа
РАЗДЕЛ №1

№ п/п	Наименование разделов	Всего часов	В том числе	
			Л	П
1	Функции и практические задачи менеджера по управлению персоналом (вводная лекция)	2	2	---
2	Организационно-юридические и технические условия эффективной работы менеджера по управлению персоналом	14	14	---
3	Разработка и эксплуатация в адаптивном режиме оптимальных приложений системы "Эйдос", ориентированных на задачи управления персоналом.	80	20	60
	ИТОГО:	84	24	60

РАЗДЕЛ №2
Организационно-юридические и технические условия эффективной работы менеджера по управлению персоналом

№ п/п	Темы занятий	Всего часов	В том числе	
			Л	П
1	Необходимость создания инфраструктуры	2	2	---
2	Методы и технология работы: – получение информации об объекте управления; – компьютерная обработка информации; – анализ результатов обработки и выработка рекомендаций; – реализация управляющих воздействий.	8	8	---
3	Организационно-юридическая структура	2	2	---
4	Обеспечение деятельности	2	2	---
	ИТОГО:	14	14	---

РАЗДЕЛ №3
Разработка и эксплуатация в режиме адаптации и пересинтеза модели оптимальных приложений системы "Эйдос", ориентированных на задачи управления персоналом

№ п/п	Темы занятий	Всего часов	В том числе	
			Л	П
1	Абсолютная, относительная и аналитическая информация	2	2	---
2	Адаптивный семантический анализ	2	2	---
3	Базовая когнитивная концепция	2	2	---
4	Индивидуальная оценка качеств персонала фирмы: – разработка профессиограмм, содержащих психологические и иные требования к работникам различных должностей данного предприятия; – оценка действующего персонала; – оптимизация назначений на должности; – антикриминальная профилактика.	2	2	---
5	Изучение взаимодействия членов коллектива в группах и решение задачи реструктуризации коллектива: – изучение совместимости членов коллектива в группах; – выявление внутренних коалиций и их лидеров; – оптимизация или построение многоуровневой (иерархической) системы управления коллективом, в которой лидеры каждого уровня иерархии наиболее совместимы как со своим начальством, так и с подчиненными руководителями, а также конкретными исполнителями.	2	2	---
6	Разработка оптимального приложения системы "Эйдос": – основные принципы формального описания предметной области; – принципы формирования списка классов распознавания; – разработка и ввод максимальной анкеты; – управление обучающей выборкой; – оптимизация системы признаков, ортонормирование классов распознавания, исключение классов и признаков, по которым нет данных.		10	
7	Эксплуатация приложения системы "Эйдос" в адаптивном режиме: – параметрическое задание подмножества анкет обучающей выборки и простейшие частотные распределения; – пакетное распознавание (тестирование); – вывод результатов распознавания, их оценка и использование; – копирование распознаваемой выборки в обучающую и переобучение системы.		8	
8	Углубленный анализ приложения: – профессиограммы и смысл личностных качеств; – совместимость в группах; – сходство и различие личностных качеств по их смыслу; – интегральная и дифференциальная валидность приложения.		8	
9	Перспективы сотрудничества менеджеров по управлению персоналом на базе технологии "Эйдос" с целью создания совместных комплексных методик оценки персонала.		2	
	ИТОГО:	80	20	60

3.3.1.4. Мониторинг качества подготовки специалистов

В результате мониторинга были получены данные о психологических свойствах личности учащихся, их академической успеваемости по различным дисциплинам и циклам дисциплин (таблица 14), а также данные, характеризующие их как специалистов в период несения службы после окончания института. Необходимо отметить, что решение перечисленных и других вопросов организационного и юридического обеспечения данного исследования потребовало доброй воли и неординарных решений на уровне руководства КЮИ МВД РФ и ГУВД Краснодарского края и оказалось едва ли не сложнее, чем создание научно-технологического и инструментального обеспечения этой работы (что подтверждают приведенные документы организационно-юридического обеспечения и рисунок 43):

МВД РОССИИ
КРАСНОДАРСКИЙ
ЮРИДИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

г.Краснодар, 350005
ул.Ярославская, 128
19 марта 2000 г. № _____
На _____ от _____

Начальнику управления
кадров ГУВД Краснодарского края
генерал-майору милиции
Бойко Н.Н.

Уважаемый Николай Иванович!

В целях повышения качества профессиональной подготовки курсантов и слушателей Краснодарского юридического института МВД России, обеспечения эффективного социально-психологического сопровождения учебно-воспитательного процесса и анализа практической деятельности выпускников нашего вуза просим Вас, согласно приказа МВД России № 160 от 17.05.1994г., направить в наш адрес служебные отзывы на выпускников 1999г. проходящих службу в подразделениях ГУВД Краснодарского края по прилагаемой форме.

Приложение: на 1 листе.

Заместитель начальника
института по кадрам
полковник милиции **В.И. Шабанов**

Приложение

В целях повышения качества профессионального отбора и профессиональной подготовки курсантов и слушателей Краснодарского юридического института МВД России, а также обеспечения эффективного социально-психологического сопровождения учебно-воспитательного процесса и анализа практической деятельности выпускников нашего ВУЗа, просим Вас направить в наш адрес анкету на выпускника КЮИ, проходящего службу в Вашем подразделении.

АНКЕТА
на сотрудника

Качества	Степень выраженности				
	Качество абсолютно не выражено	Качество слабо выражено	Качество выражено в среднем	Качество хорошо выражено	Качество отлично выражено
	1	2	3	4	5
Служебно-профессиональная направленность (мотивация на службу, стремление к профессиональному росту)					
Профессиональная подготовка по специальности (наличие необходимых знаний, умений и навыков, качество и эффективность деятельности)					
Профессионально-важные личностные качества (дисциплинированность, исполнительность, добросовестность, ответственность, решительность, смелость, выдержка)					
Качество адаптации и поведения в служебном коллективе (авторитет, готовность к взаимовыручке, общительность, умение конструктивно разрешать конфликты)					
Способность переносить значительные психические и физические нагрузки без существенного снижения работоспособности и нарушений поведения					
Соответствие занимаемой должности					

Рисунок 43. Письмо с просьбой предоставить служебные характеристики на выпускников КЮИ МВД РФ и приложение к нему

Затем эти данные были преобразованы в коды (с помощью специально созданного программного интерфейса, т.е. без ручного ввода) и введены в систему "Эйдос" для последующих обработки и анализа. Необходимо отметить, что использование программного интерфейса для выполнения этих трудоемких и рутинных работ обеспечивает решение подобных задач практически на любых объемах исходных данных.

Таблица 14 – Данные академической успеваемости

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ

| № пп | *** Фамилия *** | Код | ГСЭ.00 Цикл общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин | | | | | | | | | ЕН.00 Цикл мат и естеств-науч.дисц | | | ОПД.00 Цикл общепрофессиональных дисциплин (4050 часов) | | | | | | | | |

3.3.1.5. Изучение влияния факторов на качество подготовки специалистов и прогнозирование

В соответствии с предложенной моделью учащийся рассматривался как активный рефлексивный объект управления, имеющий собственные цели и мотивы их достижения, а также модель окружающей среды, включая модель себя (адекватная и неадекватная самооценка), а также модель учебной среды и управляющей системы. Педагогический процесс рассматривают-ся как способ управления учащимися (управляющая система). Были учтены все категории факторов, влияющих на характеристики выпускника и молодого специалиста. Это факторы, характеризующие текущее состояние учащегося и его предысторию, факторы педагогического процесса, другие факторы образовательной и профессиональной среды. Цели АОУ в общем случае не совпадают с целями управления. Управляющие воздействия на учащегося включают коррекцию его целей и мотиваций в направлении, сближающим их с целями управления, а также обучение, стимулирование и другие законные воздействия на систему моделирования, целеполагания и принятия решений.

В качестве классов распознавания были выбраны 318 будущих состояний учащихся и выпускников института. В таблице 15 приведены 41 из них, представляющие особый интерес для прогнозирования. Разработана классификация факторов, потенциально влияющих на качество подготовки специалистов и определен полный набор факторов, оказывающих влияние на качество подготовки специалистов (в рамках проводимого исследования) (таблица 16).

На основе данных по абитуриентам и учащимся КЮИ МВД РФ за 1995 – 2002 годы (7-летний лонгитюд) с помощью системы "Эйдос" был осуществлен синтез семантической информационной модели, отражающей информационные взаимосвязи между индивидуальными личностными особенностями учащихся и их учебными и профессиональными достижениями. *Размерность модели составила: 318 прогнозируемых состояний учащихся и выпускников КЮИ МВД РФ, 129 градаций факторов, 69 прецедентов в обучающей выборке, 76128 фактов.* Для каждого фак-

тора определены величина и направление его влияния на качество подготовки специалистов.

Таблица 15 – Справочник классов – будущих состояний учащихся и выпускников КЮИ МВД РФ

СПРАВОЧНИК КЛАССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ
07-07-02 11:09:29 г.Краснодар

N п/п	Код класса	Наименование класса распознавания	Ссылка на призн.	Уровень иерарх.	Степень редукции образа	Абсол. кол-во	% к кол физичес анкет
1	10	ПОСТУПЛЕНИЕ В ВУЗ: Поступил			0.06030	47	68.100
2	11	ПОСТУПЛЕНИЕ В ВУЗ: Не поступил			0.53811	22	31.900
3	12	УСПЕВАЕМОСТЬ: Отличная			0.28791	14	20.300
4	13	УСПЕВАЕМОСТЬ: Хорошая			0.16156	27	39.100
5	14	УСПЕВАЕМОСТЬ: Удовлетворительная			0.32606	5	7.200
6	15	УСПЕВАЕМОСТЬ: Неудовлетворительная			0.00000		
7	16	ОКОНЧАНИЕ ВУЗА: Окончил			0.07048	45	65.200
8	17	ОКОНЧАНИЕ ВУЗА: Не окончил			0.33089	2	2.900
9	18	УСПЕШНОСТЬ ПРОФ.ДЕЯТ. (интегральная оценка): Отличная			0.27892	18	26.100
10	19	УСПЕШНОСТЬ ПРОФ.ДЕЯТ. (интегральная оценка): Хорошая			0.25390	11	15.900
11	20	УСПЕШНОСТЬ ПРОФ.ДЕЯТ. (интегральная оценка): Удовлетворительно			0.37989	2	2.900
12	21	УСПЕШНОСТЬ ПРОФ.ДЕЯТ. (интегральная оценка): Неудовлетворительно			0.24755	4	5.800
13	22	УСПЕШНОСТЬ ПРОФ.ДЕЯТ. (интегральная оценка): Не пригодна			0.32758	2	2.900
14	23	Работает в ОВД			0.10626	43	62.300
15	24	Уволен из ОВД по статье Ст.19 п."А" (По собств.желанию)			0.23966	4	5.800
16	25	Уволен из ОВД по статье Ст.19 п."Д" (Нарушение условий контракта)			0.33273	1	1.400
17	26	СЛУЖЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ (1-5): 5			0.28325	8	11.600
18	27	СЛУЖЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ (1-5): 4			0.24853	7	10.100
19	28	СЛУЖЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ (1-5): 3			0.00000		
20	29	СЛУЖЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ (1-5): 2			0.25769	3	4.300
21	30	СЛУЖЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ (1-5): 1			0.32758	1	1.400
22	31	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ (1-5): 5			0.28927	8	11.600
23	32	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ (1-5): 4			0.30416	6	8.700
24	33	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ (1-5): 3			0.20336	3	4.300
25	34	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ (1-5): 2			0.30367	1	1.400
26	35	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ (1-5): 1			0.32758	1	1.400
27	36	ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА (1-5): 5			0.31902	9	13.000
28	37	ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА (1-5): 4			0.24801	6	8.700
29	38	ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА (1-5): 3			0.36683	1	1.400
30	39	ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА (1-5): 2			0.24755	2	2.900
31	40	ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫЕ ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА (1-5): 1			0.32758	1	1.400
32	41	КАЧЕСТВО АДАПТАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ В СЛУЖЕБНОМ КОЛЛЕКТИВЕ (1-5): 5			0.28626	11	15.900
33	42	КАЧЕСТВО АДАПТАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ В СЛУЖЕБНОМ КОЛЛЕКТИВЕ (1-5): 4			0.28202	3	4.300
34	43	КАЧЕСТВО АДАПТАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ В СЛУЖЕБНОМ КОЛЛЕКТИВЕ (1-5): 3			0.24178	4	5.800
35	44	КАЧЕСТВО АДАПТАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ В СЛУЖЕБНОМ КОЛЛЕКТИВЕ (1-5): 2			0.30367	1	1.400
36	45	КАЧЕСТВО АДАПТАЦИИ И ПОВЕДЕНИЯ В СЛУЖЕБНОМ КОЛЛЕКТИВЕ (1-5): 1			0.00000		
37	46	УСТОЙЧИВОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ (1-5): 5			0.31733	4	5.800
38	47	УСТОЙЧИВОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ (1-5): 4			0.28927	11	15.900
39	48	УСТОЙЧИВОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ (1-5): 3			0.33164	1	1.400
40	49	УСТОЙЧИВОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ (1-5): 2			0.27971	1	1.400
41	50	УСТОЙЧИВОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ (1-5): 1			0.25937	2	2.900

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП "ЭЙДОС"

Таблица 16 – Справочник факторов влияния на учащихся и выпускников КЮИ МВД РФ

СПРАВОЧНИК ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ
07-07-02 11:25:41 г.Краснодар

N п/п	Код об.п	Наименование описательных шкал	Гр. Номер	Инфор-сть шкалы	n.гр 01	n.гр 02	n.гр 03	n.гр 04
1	1	ОБЩАЯ ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ (ПО УСК)	1	0.00000	1	2	3	
2	2	ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ДОСТИЖЕНИЙ (ПО УСК)	1	0.23708	4	5	6	
3	3	ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ НЕУДАЧ (ПО УСК)	1	0.22513	7	8	9	
4	4	ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ В СЕМЕЙНЫХ ОТНОШЕНИЯХ (ПО УСК)	1	0.23853	10	11	12	
5	5	ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ СЛУЖЕБНЫХ ОТНОШЕНИЙ (ПО УСК)	1	0.25720	13	14	15	
6	6	ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ (ПО УСК)	1	0.11981	16	17	18	
7	7	ИНТЕРНАЛЬНОСТЬ В ОТНОШЕНИИ ЗДОРОВЬЯ (ПО УСК)	1	0.26331	19	20	21	
8	8	ФАКТОР A (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.23458	22	23	24	
9	9	ФАКТОР B (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.25448	25	26	27	
10	10	ФАКТОР C (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.14943	28	29	30	
11	12	ФАКТОР E (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.19661	34	35	36	
12	13	ФАКТОР F (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.00000	37	38	39	
13	14	ФАКТОР G (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.27315	40	41	42	
14	15	ФАКТОР H (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.22324	43	44	45	
15	16	ФАКТОР I (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.20778	46	47	48	
16	17	ФАКТОР L (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.25643	49	50	51	
17	18	ФАКТОР M (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.25775	52	53	54	
18	19	ФАКТОР N (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.22326	55	56	57	
19	20	ФАКТОР O (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.25142	58	59	60	
20	21	ФАКТОР Q1 (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.20662	61	62	63	
21	22	ФАКТОР Q2 (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.32456	64	65	66	
22	23	ФАКТОР Q3 (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.24483	67	68	69	
23	24	ФАКТОР Q4 (ПО КЭТТЕЛУ)	2	0.26207	70	71	72	
24	25	ЭРГИЧНОСТЬ ПРЕДМЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.24599	73	74	75	
25	26	СОЦИАЛЬНАЯ ЭРГИЧНОСТЬ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.23592	76	77	78	
26	27	ПЛАСТИЧНОСТЬ В ПРЕДМЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.25105	79	80	81	
27	28	СОЦИАЛЬНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.31221	82	83	84	
28	29	ТЕМП ПРЕДМЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.24238	85	86	87	
29	30	СОЦИАЛЬНЫЙ ТЕМП (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.22136	88	89	90	
30	31	ЭМОЦИОНАЛЬНОСТЬ ПРЕДМЕТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.23240	91	92	93	
31	32	СОЦИАЛЬНАЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОСТЬ (ПО РУССАЛОВУ)	3	0.24189	94	95	96	
32	33	СКЛОННОСТЬ К СОТРУДНИЧЕСТВУ	4	0.28939	97	98	99	
33	34	"ЖИЗНОЛЮБИЕ"	4	0.27418	100	101	102	
34	35	ЭКСТРАВЕРСИЯ	4	0.06207	103	104	105	
35	36	СИЛА ПРОЦЕССОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ	4	0.23765	106	107	108	
36	37	СИЛА ПРОЦЕССОВ УСЛОВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ	4	0.24066	109	110	111	
37	38	ПОДВИЖНОСТЬ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ	4	0.25563	112	113	114	
38	75	ОБЩАЯ АКТИВНОСТЬ (ПО ЖИПОЛЬСКОМУ)	5	0.29564	223	224	225	
39	76	ИНТЕЛЛЕКТ	5	0.27308	226	227	228	
40	83	МОТИВАЦИЯ К ДОСТИЖЕНИЮ ЦЕЛИ - К УСПЕХУ (ПО Т.ЭЛЕРСУ)	6	0.24584	247	248	249	
41	84	ПОЛ		0.24664	250	251		
42	85	ТИП		0.26992	252	253	254	255
43	86	ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ		0.33225	256	257	258	

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП "ЭЙДОС"

Особый интерес представляет изучение влияния форм обучения и типа активности личности на учебные и профессиональные достижения (рисунок 44) и выявление факторов, играющих определяющую роль в детерминации состояния "Успешность профессиональной деятельности – отличная" (рисунок 45):

Рисунок 44. Семантический портрет влияния фактора: "Тип активный, гармоничный"

Рисунок 45. Информационный портрет класса: "Успешность профессиональной деятельности – Отличная"

Определение минимального набора относительно независимых факторов, оказывающих определяющее влияние на качество подготовки специалистов осуществляется путем Парето-оптимизации.

Созданное приложение системы "Эйдос" позволило решить следующие задачи (рисунок 46):

Рисунок 46. Пример карточки прогнозирования для конкретного респондента

1. Прогнозирование поступления в ВУЗ.
2. Прогнозирование успешности обучения по различным специальностям, циклам дисциплин и дисциплинам.
3. Прогнозирования успешности окончания вуза.
4. Прогнозирование успешности будущей профессиональной деятельности в разрезе по должностям и специальностям.
5. Прогнозирование продолжительности деятельности по специальности после окончания ВУЗа.
6. Исследование влияния активности и мотивации на учебные и профессиональные успехи.
7. Изучение влияния образовательных технологий на учебные и профессиональные достижения и выработка рекомендаций по управлению образовательными технологиями.

3.3.1.6. Анализ результатов и перспективы развития предложенной технологии

Предлагаемая модель профессионально-значимых личностных качеств сотрудников ОВД, представленная в виде развернутой характеристики индивидуальных свойств и особенностей их взаимосвязи, отраженная в профессиограммах, необходима для повышения эффективности профессионального отбора и последующей целенаправленной подготовки будущих офицеров милиции, а также выявления степени соответствия выпускников юридического института требованиям профессии следователя, оперативного работника, инспектора ГИБДД и т.д. Каждая из сторон

профессиограмм, представляющих важнейшие элементы модели психологических качеств личности сотрудников милиции, отражает, во-первых, определенный цикл профессиональной деятельности, а во-вторых, в ней заложены эталонные личностные качества, навыки, умения и знания, обеспечивающие успех на различных уровнях правоприменительных отношений.

С помощью модели решены следующие задачи прогнозирования, входящие в состав рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов:

1) поступление в вуз;

2) успешность обучения в вузе по различным дисциплинам и циклам дисциплин;

3) успешность окончания вуза;

4) причины отчисления;

5) успешность профессиональной деятельности после окончания вуза;

6) продолжительность профессиональной деятельности по специальности, полученной в вузе;

7) причины ухода из ОВД (средневзвешенная достоверность прогнозирования составила 83%).

Система "Эйдос", как специальное программное средство (инструментарий интеллектуальной обработки информации), продемонстрировала возможность решения задач выбора оптимальной педагогической технологии для перевода учащегося из текущего состояния в заданное целевое состояние. Технология применения системы "Эйдос", разработанная автором для КЮИ МВД РФ, позволяет заблаговременно принимать обоснованные решения о целесообразности обучения конкретных курсантов по тем или иным специальностям.

Таким образом проведенное исследование показало, что *определяющую роль в успешности обучения и профессиональной деятельности играет мотивация.* Следовательно и метауправление, направленное на повышение качества подготовки специалистов прежде всего должно быть сориентировано на формирование адекватных мотиваций, а следовательно, ценностей, систем самооценки и оценивания. По-видимому, для этих целей целесообразно применить весь арсенал средств морально-политического воспитания и богатые отечественные традиции

патриотического воспитания, а также сравнительно новые методы коррекции систем целеполагания, мотивации, внутреннего и внешнего стимулирования, оценки и самооценки, такие, например, как нейролингвистическое программирование (НЛП). Необходимо также отметить, что полные и достоверные данные об учащихся могут быть получены без их непосредственного тестирования на основе личных дел (в т.ч. фотографий, подчерка), а также с применением компьютерных Ψ-технологий без сознательного участия респондента.

Проведенное исследование подтверждает эффективность применения АСК-анализа для создания рефлексивных АСУ активными объектами.

Перспективно применение данного инструментария и технологии в режиме адаптации и периодического синтеза модели на систематической основе на выборках значительно большего и постоянно увеличивающегося объема по широкому спектру специальностей, в том числе и на межвузовском и межведомственном уровне. Развитие данного направления исследований и разработок целесообразно осуществить за счет включения в модель данных, характеризующих динамику личностных свойств учащихся, т.е. путем учета данных, полученных в процессе обучения, а не только перед его началом (как в проведенном исследовании), а также путем более детального учета влияния педагогических технологий, учебной, бытовой и профессиональной среды.

3.3.2. Формироване психолоических профилей успешных и неуспешных руководителей

В 1997-1998 годах С.Д.Некрасовым было проведено психологическое исследование психологических особенностей профессионального становления руководителя педагогического коллектива[18], в котором в качестве программного инструментария была применена система окружения «Эйдос-Ψ». Это исследование показало, что типы успешных и неуспешных руководителей имеют

[18] См., например: http://www.dissercat.com/content/psikhologicheskie-osobennosti-professionalnogo-stanovleniya-rukovoditelya-pedagogicheskogo-k

свои характерные для них психологические особенности личности, которые поддаются выявлению и количественному измерению. На основе этого возможно прогнозирование степени успешности профессиональной деятельности в должности руководителя на основе психологического исследования.

3.3.3. Прогнозирование вероятности совершения ошибки оператором в реальном времени на основе его электроэнцефалограммы (ЭЭГ)

В 2003-2004 годах автором совместно с к.психол.н. Щукиным Тимуром Николаевичем[19] из Института психологии РАН, к.биол.н. Дороховым В. Б. из Института Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, д.биол.н. профессором Лебедевым А.Н. из Института психологии РАН и Высшей Школы Экономики было проведено исследование, которое показало, что в электроэнцефалограмме оператора, который в ближайшие 11 секунд совершит ошибку, возникают характерные особенности, которые можно выявить в режиме реального времени и использовать для прогнозирования вероятности совершения ошибки. Если у оператора повышается вероятность совершения ошибки предлагается выключать его контура управления и использовать для управления резервные возможности системы управления[20].

3.3.4. Образ-Я и стилевые особенности деятельности сотрудников органов внутренних дел в экстремальных условиях

В исследовании "экстремальных условий – образа-Я – стиля профессиональной деятельности" как системы, проведенном канд.психол.наук И.А.Наприевым совместно с автором[21], мы исходили из базового представления о том, что личность реагирует не непосредственно на саму ситуацию, а на сложившийся у него образ этой ситуации, и эта реакция опосредована мыслями и чув-

---

[19] Он также является координатором Стратегического общественного движения «Россия 2045»: http://ru.wikipedia.org/wiki/Россия%202045

[20] См., напимер: http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=96

[21] См., например: http://lc.kubagro.ru/index_kubagro.htm http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=573

ствами самого человека, т.е. его образом самого себя. Соответственно стиль профессиональной деятельности (конативный компонент образа-Я) зависит от интенсивности экстремальных условий, не непосредственно, а опосредованно: через изменение образа-Я, включающего в частности когнитивные (интеллектуальные), аффективные (эмоциональные) и компоненты ведущих жизненных смыслов.

Проведя экспериментальное исследование обозначенной выше системы и рассмотрев цепь трансформаций образа-Я и стилевых особенностей деятельности было выяснено, что формирование образа-Я происходит непрерывно. Меняются структурные и содержательные характеристики с калибровкой отдельных его элементов различных модальностей. Стиль деятельности формируется синхронно с трансформацией образа-Я в экстремальных условиях с активизацией наиболее адекватных относительно текущего состояния системы.

Образ-Я и стиль профессиональной деятельности в экстремальных условиях изменяется по выделенной траектории с обозначением маркерных точек на которых происходит его наиболее активное переструктурирование. Формирование стиля профессиональной деятельности также имеет свои динамические характеристики, снижение его вариативности происходит итерационно в два этапа, сужаясь на третьей и шестой градации и увеличивая число стилевых предпочтений на остальных градациях по критерию интенсивности воздействия экстремальных условий. Предпочитая определенный стиль деятельности респондент пытается через него компенсировать определенные характеристики образа-Я присущие субъекту в ходе воздействия на него экстремальных условий.

Полученные данные позволяют прогнозировать изменение типичных характеристик образа-Я и стилей профессиональной деятельности субъекта включенного в процесс выполнения служебно-боевых задач в экстремальных условиях.

Проведенное исследование обозначило ряд вопросов отражающих дальнейшую перспективу изучения этой проблемной области, в которую целесообразно включить:

1. Внешнюю объективную оценку по критерию профессиональной эффективности.

2. Изучение не только влияния экстремальных условий на образ-Я, но и бытовых, и не экстремальных факторов связанных с профессиональной деятельностью.

3. Исследование влияния структурно-содержательных характеристик образа-Я на оценку экстремальности ситуации.

3.3.5. Разработка психологических тестов в среде системы «Эйдос» без программирования и их эксплуатация в адаптивном режиме

Все версии системы «Эйдос», начиная с самых первых, реализованных на компьютерах Wang 2200C еще в 1987 году[22] всегда обеспечивали многопараметрическую типизацию и системную идентификацию, т.е.:

1. Формирование обобщенных образов классов на основе ряда относящихся к ним конкретных реализаций (прецедентов обучающей выборки), описанных числовыми интервальными и лингвистическими признаками.

2. Определение степени сходства конкретных объектов распознаваемой выборки, описанных числовыми интервальными и лингвистическими признаками, с обобщенными образами классов.

При выполнении п.1 создаются базы знаний, в которых количественно определена сила и направление влияния каждого признака на принадлежность обладающего им объекта к каждому из классов. Эти базы знаний создаются непосредственно на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности. Каждый признак, независимо от его природы (значение управляющего фактора или воздействие окружающей среды, физический он, экономический, или психологический и т.д.) и единиц измерения рассматривается в базах знаний с одной единственной точки зрения: какое количество знаний содержится в факте его действия о принадлежности обладающего им объекта к тому или иному классу. Этим обеспечивается решение сложной задачи, которая обычно не решается и даже не ста-

[22] См., например, Приложение 2 – Акты внедрения ранних версий системы «Эйдос» данной монографии

вится в большинстве статистических систем, таких, например, как SPSS и «Статистика», это задача обеспечения ***сопоставимости*** обработки различных признаков в пространстве и времени.

Если в качестве признаков рассматривать психологические свойства личности, выявляемые с помощью стандартных психометрических методик и тестов, а в качестве классов – априорную, взятую из опыта или других источников независимую от результатов тестирования и дополнительную к ним информацию о принадлежности респондентов к тем или иным социальным и другим категориям (в качестве которых могут быть взяты, например, нозологические образы, т.е. диагнозы, статьи административного и уголовного кодекса или степень успешности деятельности на различных должностях), то система «Эйдос» на основе обучающей выборки выявит систему детерминации социального статуса респондентов его личностными свойствами и эти модели можно будет использовать для прогнозирования этого социального статуса по личностным свойствам.

Однако жизнь динамична и характер взаимосвязи между личностными свойствами и социальным статусом может ***со временем*** изменяться. Кроме того, скорее всего эти взаимосвязи имеют ***региональные*** особенности. Поэтому достоверность прогнозирования с применением полученных моделей будет постепенно ухудшаться с течением времени или при их применении в других регионах, чем они разработаны. Это происходит потому, что обучающая выборка, на основе которой были сформированы базы знаний, является репрезентативной по отношению к некоторой генеральной совокупности, которая шире этой выборки в пространстве и времени. Но когда респонденты не относятся к этой генеральной совокупности или находятся на ее границе, то достоверность прогнозирования будет уменьшаться.

Поэтому необходимо следить за достоверностью прогнозирования и когда она начинает уменьшаться до неприемлемого уровня (или несколько раньше) проводить ***адаптацию*** интеллектуальных моделей к изменившимся условиям предметной области. Аналогично при использовании интеллектуальных моделей в других регионах необходимо предварительно осуществить их ***локализацию***.

Адаптация и локализация представляют собой процесс ***пересоздания*** *моделей на основе эмпирических данных, актуальных на текущий момент времени для конкретных регионов.* Эти процедуры являются наукоемкими и требуют наличия соответствующего научно-методического и программного инструментария, который есть в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос», но который, как правило, отсутствуют в стандартных психометрических методиках и тестах, как отечественных, так и зарубежных, т.к. их разработчики не собираются делиться с миром своими технологиями и ноу-хау, а делятся только результатами этих технологий, т.е. готовыми тестами с готовыми шкалами. Понятно, что технология имеет стоимость на порядки больше ее продуктов (например, автозавод Тольятти стоит на много дороже конкретного автомобиля Лада-Калина).

По этим причинам практические психологи в службах персонала и в других подразделениях обычно пользуются нелицензионными (т.е. попросту ворованными на компакт-дисках или через Internet), а значит не адаптированными и нелокализованными психологическим методиками, причем очень часто для других целей, чем те, для достижения которых они предназначались их разработчиками. Иначе, как *профанацией* это не назовешь. И это еще самая мягкая квалификация подобных действий, не учитывающая, например, влияния принимаемых психологами *волюнтаристских* решений на судьбы людей.

Системно-когнитивный анализ и его программный инструментарий интеллектуальная система «Эйдос-Х++» позволяют корректно и на высоком научно-методическом и технологическом уровне решить эти проблемы.

3.3.6. Реализация готовых психологических тестов в среде системы «Эйдос» без програмирования

В последнее время особую актуальность приобретает повышение качества образования, в частности высшего образования. Одним из направлений работы, направленных на достижение этой цели, является повышение уровня педагогического мастерства профессорско-преподавательского состава (ППС). Однако чтобы дать каждому преподавателю конкретные научно обосно-

ванные рекомендации по совершенствованию его стиля педагогической деятельности необходимо предварительно идентифицировать его индивидуального стиль и определить особенности этого стиля. Недостатка в самих тестах, предназначенных для подобных целей, не ощущается. Для того чтобы убедиться в этом достаточно обратиться к сайту: http://vsetesti.ru/. В частности для этой цели предназначен тест: «*Анализ особенностей индивидуального стиля педагогической деятельности*»[23]. Однако, ощущается дефицит в программном инструментарии, обеспечивающем массовое тестирование ППС с сохранением его исходных данных и результатов. В данной статье предлагается подробно рассмотреть и решить эту **проблему** с помощью интеллектуальной системы «Эйдос-Х++», являющейся программным инструментарием автоматизированного системно-когнитивного анализа. Отметим, что впервые применить систему Эйдос для реализации тестов без программирования предложено в монографии [4] в 1996 году.

На примере теста: «*Анализ особенностей индивидуального стиля педагогической деятельности*» рассмотрим технологию и методику, не требующую программирования, обеспечивающую реализацию в среде системы «Эйдос-Х++» тестов различного назначения. Данный тест выбран в качестве примера потому, что он является достаточно актуальным и в тоже время очень простым, т.к. тестовый материал и ключи представляет собой дихотомические текстовые шкалы (лингвистические переменные).

Эта методика включает следующие этапы (рисунок 47):

1. Подготовка Excel-файла исходных данных на основе стимульного материала и ключей (шкал) теста.

2. Автоматизированный ввод данных в систему Эйдос-Х++ из Excel-файла исходных данных с помощью стандартного программного интерфейса системы (формализация предметной области, т.е. разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающее выборки).

3. Синтез и верификация 3-х статистических и 7 интеллектуальных моделей.

---

[23] На сайте http://vsetesti.ru/ говорится о том, что “В основу методики положен подход, разработанный А.М.Марковой совместно с А.Я.Никоновой. В основу различения стиля в труде учителя авторами были положены следующие признаки». За более подробным педагогическим и психологическим описанием теста отсылаем к этому сайту.

4. Определение наиболее достоверной модели и назначение ее текущей.

5. Решение задач тестирования и выработки рекомендаций.

Рисунок 47. Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе Эйдос-Х++

<u>На первом этапе</u> подготовим Excel-файл, который может быть непосредственно введен в систему Эйдос-Х++ с помощью одного из ее стандартных программных интерфейсов с внешними базами данных (режим 2.3.2.2). Для этого используем методику из 7 шагов.

На рисунке 48 приведен Help данного режима, в котором приведены требования к этому Excel-файлу, из которых вытекает данная методика.

Помощь по режиму 2.3.2.2 для случая Excel-файлов исходных данных

Режим 2. 3. 2. 2 УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ИМПОРТА ДАННЫХ ИЗ ВНЕШНЕЙ БАЗЫ ДАННЫХ "INP_DATA. XLSX" В СИСТЕМУ "ЭЙДОС-Х++" И ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.

- Данный программный интерфейс обеспечивает автоматическое формирование классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки, т. е. формализацию предметной области, на основе XLS или XLSX-файла с исходными данными приведенного ниже стандарта.
- Файл исходных данных должен иметь имя: INP_DATA.XLS или INP_DATA.XLSX и может быть получен в Excel-2003(2007-2010), а файл распознаваемой выборки имя: INP_RASP.XLS или INP_RASP.XLSX. Файлы INP_DATA.XLS (INP_DATA.XLSX) и INP_RASP.XLS или INP_RASP. XLSX) должны находиться в папке /AIDOS-X/AID_DATA/Inp_data/ и имеют совершенно одинаковую структуру.
- 1-я строка этого файла должна содержать наименования колонок на любом языке, в т. ч. и русском. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом объединение ячеек и переносы слов не допускаются. Желательно, чтобы эти наименования были не очень длинными, т.к. к ним еще будут добавляться интервальные числовые или текстовые значения.
- Каждая строка этого файла, начиная со 2-й, содержит данные об одном объекте обучающей выборки. Если Excel-2003, в листе может быть до 65536 строк и до 256 колонок. В листе Excel-2007(2010) возможно до 1 048 576 строк и 16 384 колонок.
- Столбцы, начиная со 2-го, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (номинального) или числового типа (с десятичными знаками после запятой).
- Столбцу присваивается числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелом), то столбцу присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами.
- 1-й столбец содержит наименование источника данных длиной до 130 символов, но желательно, чтобы эти наименования были не очень длинными.
- Столбцы со 2-го по N-й являются классификационными шкалами (выходными параметрами) и содержат данные о классах (будущих состояниях объекта управления), к которым принадлежат объекты обучающей выборки.
- Столбцы с N+1 по последний являются описательными шкалами (факторами) и содержат данные о признаках (значениях факторов), характеризующих объекты обучающей выборки.
- В результате работы режима формируется файл INP_NAME.TXT стандарта MS DOS (кириллица), в котором наименования классификационных и описательных шкал являются СТРОКАМИ. Система формирует классификационные и описательные шкалы и градации. Для этого в каждом числовом столбце система находит минимальное и максимальное числовые значения и формирует заданное количество числовых интервалов, после чего числовые значения заменяются их интервальными значениями. В текстовых столбцах система находит уникальные текстовые значения. Каждое УНИКАЛЬНОЕ интервальное числовое или текстовое значение считается градацией классификационной или описательной шкалы, характеризующей объект. С их использованием генерируется обучающая выборка, каждый объект которой соответствует одной строке файла исходных данных NP_DATA и содержит коды классов, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений классов с градациями классификационных шкал и коды признаков, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений признаков с градациями описательных шкал.
- Распознаваемая выборка формируется на основе файла INP_RASP аналогично, за исключением того, что классификационные и описательные шкалы и градации не создаются, а используются ранее созданные в модели, и базы распознаваемой выборки могут не включать коды классов, если столбцы классов в файле INP_RASP были пустыми. Структура файла INP_RASP должна быть такая же, как INP_DATA, т.е. они должны ПОЛНОСТЬЮ совпадать по столбцам, но могут иметь разное количество строк.

Рисунок 48. Help программного интерфейса системы Эйдос-Х++ с вешними базами данных 2.3.2.2.

Шаг 1-й. Сначала необходимо зарегистрироваться на сайте http://vsetesti.ru/ чтобы получить полный доступ к информации о тестах.

Шаг 2-й. Затем на этом сайте (http://vsetesti.ru/) выходим на тест «*Анализ особенностей индивидуального стиля педагогической деятельности*»[24] и выделяем блоком тестовый (т.е. стимульный) материал, т.е. вопросы опросника и копируем его в буфер обмена и вставляем в лист MS Excel-2007(2010)[25] начиная с ячейки А1. Этот тестовый приведен ниже.

Тестовый материал

1. Вы составляете подробный план урока?
2. Вы планируете урок лишь в общих чертах?
3. Часто ли Вы отклоняетесь от плана урока?

[24] См.: http://vsetesti.ru/805/

[25] Более ранние версии MS Excel для наших целей малопригодны.

4. Отклоняетесь ли Вы от плана, заметив пробел в знаниях учащихся или трудности в усвоении материала?

5. Вы отводите большую часть урока объяснению нового материала?

6. Вы постоянно следите за тем, как усваивается новый материал в процессе объяснения?

7. Часто ли Вы обращаетесь к учащимся с вопросами в процессе объяснения?

8. В процессе опроса много ли времени Вы отводите ответу каждого ученика?

9. Вы всегда добиваетесь абсолютно правильных ответов?

10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опрашиваемый самостоятельно исправил свой ответ?

11. Вы часто используете дополнительный учебный материал при объяснении?

12. Вы часто меняете темы работы на уроке?

13. Допускаете ли Вы, чтобы опрос учащихся спонтанно перешел в коллективное обсуждение или объяснение нового учебного материала?

14. Вы сразу отвечаете на неожиданные вопросы учащихся?

15. Вы постоянно следите за активностью всех учащихся во время опроса?

16. Может ли неподготовленность или настроение учащихся во время урока вывести Вас из равновесия?

17. Вы всегда сами исправляете ошибки учащихся?

18. Вы всегда укладываетесь в рамки урока?

19. Вы строго следите за тем, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно: без подсказок, не подглядывая в учебник?

20. Вы всегда подробно оцениваете каждый ответ?

21. Резко ли различаются ваши требования к сильным и слабым ученикам?

22. Часто ли Вы поощряете за хорошие ответы?

23. Часто ли Вы порицаете учащихся за плохие ответы?

24. Часто ли Вы контролируете знания учащихся?

25. Часто ли Вы повторяете пройденный материал?

26. Вы можете перейти к изучению следующей темы, не будучи уверенным, что предыдущий материал усвоен всеми учащимися?

27. Как Вы думаете, учащимся обычно интересно у Вас на уроках?
28. Как Вы думаете, учащимся обычно приятно у Вас на уроках?
29. Вы постоянно поддерживаете высокий темп урока?
30. Вы сильно переживаете невыполнение учащимися домашнего задания?
31. Вы всегда требуете четкого соблюдения дисциплины на уроке?
32. Вас отвлекает «рабочий шум» на уроке?
33. Вы часто анализируете свою деятельность на уроке?

Шаг 3-й. После этого копируем тестовый материал в буфер обмена, ставим курсор на ячейке F1, разворачиваем список на кнопке «Вставить», выбираем опцию «Транспонирование» и кликаем на кнопке OK. В результате у нас в 1-й строке начиная с ячейки F1 появляется список вопросов в качестве наименований колонок Excel-листа. После этого удаляем сам список вопросов в диапазоне A1:A33. Это проще всего сделать, просто выделив блоком колонку A и нажав кнопку Delete.

Шаг 4-й. Потом выделяем блоком всю 1-ю строку (с вопросами), кликаем на правой кнопке мыши, выбираем «Формат ячеек», «Ориентация надписей 90 градусов», разворачиваем список «Формат» на главной ленте и выбираем «Автоподбор ширины столбца», «Высота строки 170».

Шаг 5-й. На сайте http://vsetesti.ru/805/ и выделяем блоком *ключ к тесту*, т.е. шкалы теста, копируем его в буфер обмена и вставляем в лист MS Excel-2007(2010), начиная с ячейки A2, а затем удаляем пустые строки между наименованиями шкал. Этот ключ теста приведен ниже.

Ключ к тесту

ЭИС (15 вопросов): 2,3,5,11,12,13,14,16,17,21,22,26,27,28,29
ЭМС (25): 1,3,4,5,6,7,9,11,12,15,16,17,19,20,22,23,24,25,27,28,29,30,31,32,33.
РИС (17): 2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,18,20,22,25,26,27,28.
РМС (16): 1,4,6,7,8,9,10,18,19,20,23,24,25,31,32,33.

На совпадение с ключами проверяются коды только тех вопросов из тестового материала, на которые тестируемый ответил «Да». Таким образом, данные вопросы представляют собой тек-

стовые шкалы с двумя градациями (дихотомические), из которых градацию «Нет» вообще можно игнорировать.

<u>Шаг 6-й.</u> С сайта <u>http://vsetesti.ru/805/</u> копируем полные наименования шкал:

– Эмоционально-импровизационный стиль (ЭИС);
– Эмоционально-методический стиль (ЭМС);
– Рассуждающе-импровизационный стиль (РИС);
– Рассуждающе-методичный стиль (РМС);

и вставляем их последовательно в ячейки B1, C1, D1 и E1 Excel-листа, а затем поворачиваем надписи на 90 градусов и подбираем ширину столбцов 1-й строки точно также, как на шаге 4.

<u>Шаг 7-й.</u> На последнем шаге в соответствии с ключами отмечаем звездочкой вопросы, которые учитываются в каждом ключе и удаляем 10 колонок, расположенных правее 33 вопроса.

В результате получим Excel-файл вида (таблица 17):

Таблица 17 – Готовая таблица исходных данных для ввода теста в систему ЭЙДОС-Х++

Информационный источник	Эмоционально-импровизационный с	Эмоционально-методический стиль (	Рассуждающе-импровизационный ст	Рассуждающе-методичный стиль (РМ	1. Вы составляете подробный план ур	2. Вы планируете урок лишь в общих	3. Часто ли Вы отклоняетесь от плана	4. Отклоняетесь ли Вы от плана, заме	5. Вы отводите большую часть урока	6. Вы постоянно следите за тем, как у	7. Часто ли Вы обращаетесь к учащим	8. В процессе опроса много ли времe	9. Вы всегда добиваетесь абсолютно	10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опр	11. Вы часто используете дополнител	12. Вы часто меняете темы работы на	13. Допускаете ли Вы, чтобы опрос у	14. Вы сразу отвечаете на неожидан	15. Вы постоянно следите за активно	16. Может ли неподготовленность ил	17. Вы всегда сами исправляете оши	18. Вы всегда укладываетесь в рамки	19. Вы строго следите за тем, чтобы у	20. Вы всегда подробно оцениваете	21. Резко ли различаются ваши требо	22. Часто ли Вы поощряете за хорош	23. Часто ли Вы порицаете учащихся	24. Часто ли Вы контролируете знани	25. Часто ли Вы повторяете пройден	26. Вы можете перейти к изучению с	27. Как Вы думаете, учащимся обычн	28. Как Вы думаете, учащимся обычн	29. Вы постоянно поддерживаете вы	30. Вы сильно переживаете невыпол	31. Вы всегда требуете четкого соблю	32. Вас отвлекает «рабочий шум» на	33. Вы часто анализируете свою деят
ЭИС (15 вопросов): 2,3,5,11,12,13,14,16,17,21,22,26,27,28,2	*					*	*		*						*	*	*	*		*	*				*	*				*								
ЭМС (25): 1,3,4,5,6,7,9,11,12,15,16,17,19,20,22,23,24,25,27,28,29,30,31,32,3		*			*		*	*	*	*	*		*		*	*			*	*	*		*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
РИС (17): 2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,18,20,22,25,26,27,28			*			*	*	*		*	*	*	*	*	*		*					*		*		*			*	*	*							
РМС (16): 1,4,6,7,8,9,10,18,19,20,23,24,25,31,32,33				*	*			*		*	*	*	*	*								*	*	*			*	*	*						*	*	*

На первый взгляд данная методика может выглядеть несколько усложненной, однако реализация на компьютере этих шагов занимает буквально считанные минуты и фактически осуществляется очень просто и быстро.

<u>На втором этапе</u> вводим Excel-файл исходных данных в систему «Эйдос-Х++» с помощью программного интерфейса 2.3.2.2 (рисунок 49):

Рисунок 49. Вид первого окна программного интерфейса системы Эйдос-Х++ с вешними базами данных 2.3.2.2.

Для этого используем методику, приведенную ниже и основанную, как и предыдущая, на требованиях, приведенных в Help режима 2.3.2.2 (рисунок 2). Эта методика включает следующие 4 шага.

Шаг 1-й. Копируем приведенный выше Excel-файл в папку: «Место расположения системы на диске»\AID_DATA\Inp_data\ с именем “Inp_data.xlsx”.

Шаг 2-й. Запускаем режим 2.3.2.2 системы Эйдос-Х++ и задаем в окне, представленном на рисунке 3, следующие параметры:

– тип файла исходных данных: XLSX-MS Excel-2007(2010);

– нули и пробелы считаются отсутствием данных;

– диапазон колонок классификационных шкал: 2-5;

– диапазон колонок описательных шкал: 6-38;

– формализация предметной области (файл исходных данных Inp_data.sxlx);

– равные интервалы с разным числом наблюдений;

– сценарный метод прогнозирования СК-анализа не применять.

Шаг 3-й. После нажатия кнопки ОК появляется отображение процесса открытия и загрузки Excel-файла, а затем появляется второе окно режима 2.3.2.2, представляющее собой специаль-

ный калькулятор, позволяющий при наличии числовых классификационных и/или описательных шкал подбирать количество интервалов (градаций) в числовых шкалах (рисунок 50):

Рисунок 50. Вид второго окна программного интерфейса системы Эйдос-Х++ с вешними базами данных 2.3.2.2.

В данном случае числовые шкалы отсутствуют, и число градаций задавать нет необходимости и возможности.

<u>Шаг 4-й.</u> При клике на кнопке «Выйти на создание модели» появляется отображение стадии процесса формализации предметной области (рисунок 5):

Рисунок 51. Вид третьего окна программного интерфейса системы Эйдос-Х++ с вешними базами данных 2.3.2.2.

Таким образом, на втором этапе на основе Excel-файла исходных данных создаются классификационные и описательные шкалы и градации, а потом с их использованием и обучающая

выборка, т.е. осуществляется формализация предметной области (рисунки 52, 53, 54):

Рисунок 52. **Экранная форма режима 2.1 просмотра и корректировки классификационных шкал и градаций системы Эйдос-Х++**

Рисунок 53. **Экранная форма режима 2.2 просмотра и корректировки описательных шкал и градаций системы Эйдос-Х++**

Рисунок 54. **Экранная форма режима 2.3.1 просмотра и корректировки обучающей выборки системы Эйдос-Х++**

<u>На третьем этапе</u> запускается режим 3.5 системы Эйдос-Х++, который обеспечивает синтез и верификацию 3 статистических и 7 интеллектуальных моделей. Окно задания параметров данного режима приведено на рисунке 55 (вид по умолчанию).

Рисунок 55. Вид окна задания параметров режима 3.5 системы Эйдос-Х++

На рисунке 56 приведено окно отображения стадии процесса исполнения данного режима (на рисунке вид по окончании работы режима).

Рисунок 56. Окна отображения стадии исполнения режима 3.5 системы Эйдос-Х++ (вид по окончании работы режима)

В результате работы режима 3.5 формируются 3 статистических модели и 7 моделей знаний, некоторые из которых приведены в таблицах 18-22:

Таблица 18 – Матрица абсолютных частот (ABS)

Код	Вопрос	Абс. частота				Сумма
		1	2	3	4	
1	1. Вы составляете подробный план урока?-*		1		1	2
2	2. Вы планируете урок лишь в общих чертах?-*	1		1		2
3	3. Часто ли вы отклоняетесь от плана урока?-*	1	1	1		3
4	4. Отклоняетесь ли вы от плана, заметив пробел в знаниях учащихся или трудности в усвоении материала?-*		1	1	1	3
5	5. Вы отводите большую часть урока объяснению нового материала?-*	1	1			2
6	6. Вы постоянно следите за тем, как усваивается новый материал в процессе объяснения?-*		1	1	1	3
7	7. Часто ли вы обращаетесь к учащимся с вопросами в процессе объяснения?-*		1	1	1	3
8	8. В процессе опроса много ли времени вы отводите ответу каждого ученика?-*			1	1	2
9	9. Вы всегда добиваетесь абсолютно правильных ответов?-*		1	1	1	3
10	10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опрашиваемый самостоятельно исправил свой ответ?-*			1	1	2
11	11. Вы часто используете дополнительный учебный материал при объяснении?-*	1	1	1		3
12	12. Вы часто меняете темы работы на уроке?-*	1	1			2
13	13. Допускаете ли вы, чтобы опрос учащихся спонтанно перешел в коллективное обсуждение или объяснение нового учебного материала?-*	1		1		2
14	14. Вы сразу отвечаете на неожиданные вопросы учащихся?-*	1				1
15	15. Вы постоянно следите за активностью всех учащихся во время опроса?-*		1			1
16	16. Может ли неподготовленность или настроение учащихся во время урока вывести вас из равновесия?-*	1	1			2
17	17. Вы всегда сами исправляете ошибки учащихся?-*	1	1			2
18	18. Вы всегда укладываетесь в рамки урока?-*			1	1	2
19	19. Вы строго следите за тем, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно: без подсказок, не подглядывая в учебник?-*		1		1	2
20	20. Вы всегда подробно оцениваете каждый ответ?-*		1	1	1	3
21	21. Резко ли различаются ваши требования к сильным и слабым ученикам?-*	1				1
22	22. Часто ли вы поощряете за хорошие ответы?-*	1	1	1		3
23	23. Часто ли вы порицаете учащихся за плохие ответы?-*		1		1	2
24	24. Часто ли вы контролируете знания учащихся?-*		1		1	2
25	25. Часто ли вы повторяете пройденный материал?-*		1	1	1	3
26	26. Вы можете перейти к изучению следующей темы, не будучи уверенным, что предыдущий материал усвоен всеми учащимися?-*	1		1		2
27	27. Как вы думаете, учащимся обычно интересно у вас на уроках?-*	1	1	1		3
28	28. Как вы думаете, учащимся обычно приятно у вас на уроках?-*	1	1	1		3
29	29. Вы постоянно поддерживаете высокий темп урока?-*	1	1			2
30	30. Вы сильно переживаете невыполнение учащимися домашнего задания?-*		1			1
31	31. Вы всегда требуете четкого соблюдения дисциплины на уроке?-*		1		1	2
32	32. Вас отвлекает <рабочий шум> на уроке?-*		1		1	2
33	33. Вы часто анализируете свою деятельность на уроке?-*		1		1	2
	Сумма числа признаков	15	25	17	16	73
	Сумма числа объектов обуч.выборки	1	1	1	1	4

На сайте http://vsetesti.ru/805/ дается рекомендация: «Для определения доминирующего стиля педагогической деятельности рекомендуется использовать выраженность того или иного стиля в процентах. Для этого количество баллов, набранное респондентом, по данному стилю, необходимо разделить на общее количество вопросов, входящих в данную шкалу». Этой рекомендации полностью удовлетворяет матрица условных и безусловных про-

центных распределений 1-го типа, автоматически формируемая системой Эйдос-Х++ в режиме 3.5 и представленная в таблице 19.

Таблица 19 – Матрица условных и безусловных процентных распределений 1-го типа (100% - сумма кол-ва признаков по классу, PRC1)

Код	Наименование	Условные процентные распределение по ключам				Безусловное процентное распределение по всей выборке
		1	2	3	4	
1	1. Вы составляете подробный план урока?-*		4,000		6,250	2,740
2	2. Вы планируете урок лишь в общих чертах?-*	6,667		5,882		2,740
3	3. Часто ли вы отклоняетесь от плана урока?-*	6,667	4,000	5,882		4,110
4	4. Отклоняетесь ли вы от плана, заметив пробел в знаниях учащихся или трудности в усвоении материала?-*		4,000	5,882	6,250	4,110
5	5. Вы отводите большую часть урока объяснению нового материала?-*	6,667	4,000			2,740
6	6. Вы постоянно следите за тем, как усваивается новый материал в процессе объяснения?-*		4,000	5,882	6,250	4,110
7	7. Часто ли вы обращаетесь к учащимся с вопросами в процессе объяснения?-*		4,000	5,882	6,250	4,110
8	8. В процессе опроса много ли времени вы отводите ответу каждого ученика?-*			5,882	6,250	2,740
9	9. Вы всегда добиваетесь абсолютно правильных ответов?-*		4,000	5,882	6,250	4,110
10	10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опрашиваемый самостоятельно исправил свой ответ?-*			5,882	6,250	2,740
11	11. Вы часто используете дополнительный учебный материал при объяснении?-*	6,667	4,000	5,882		4,110
12	12. Вы часто меняете темы работы на уроке?-*	6,667	4,000			2,740
13	13. Допускаете ли вы, чтобы опрос учащихся спонтанно перешел в коллективное обсуждение или объяснение нового учебного материала?-*	6,667		5,882		2,740
14	14. Вы сразу отвечаете на неожиданные вопросы учащихся?-*	6,667				1,370
15	15. Вы постоянно следите за активностью всех учащихся во время опроса?-*		4,000			1,370
16	16. Может ли неподготовленность или настроение учащихся во время урока вывести вас из равновесия?-*	6,667	4,000			2,740
17	17. Вы всегда сами исправляете ошибки учащихся?-*	6,667	4,000			2,740
18	18. Вы всегда укладываетесь в рамки урока?-*			5,882	6,250	2,740
19	19. Вы строго следите за тем, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно: без подсказок, не подглядывая в учебник?-*		4,000		6,250	2,740
20	20. Вы всегда подробно оцениваете каждый ответ?-*		4,000	5,882	6,250	4,110
21	21. Резко ли различаются ваши требования к сильным и слабым ученикам?-*	6,667				1,370
22	22. Часто ли вы поощряете за хорошие ответы?-*	6,667	4,000	5,882		4,110
23	23. Часто ли вы порицаете учащихся за плохие ответы?-*		4,000		6,250	2,740
24	24. Часто ли вы контролируете знания учащихся?-*		4,000		6,250	2,740
25	25. Часто ли вы повторяете пройденный материал?-*		4,000	5,882	6,250	4,110
26	26. Вы можете перейти к изучению следующей темы, не будучи уверенным, что предыдущий материал усвоен всеми учащимися?-*	6,667		5,882		2,740
27	27. Как вы думаете, учащимся обычно интересно у вас на уроках?-*	6,667	4,000	5,882		4,110
28	28. Как вы думаете, учащимся обычно приятно у вас на уроках?-*	6,667	4,000	5,882		4,110
29	29. Вы постоянно поддерживаете высокий темп урока?-*	6,667	4,000			2,740
30	30. Вы сильно переживаете невыполнение учащимися домашнего задания?-*		4,000			1,370
31	31. Вы всегда требуете четкого соблюдения дисциплины на уроке?-*		4,000		6,250	2,740
32	32. Вас отвлекает <рабочий шум> на уроке?-*		4,000		6,250	2,740
33	33. Вы часто анализируете свою деятельность на уроке?-*		4,000		6,250	2,740

Таблица 20 – Матрица знаний INF1 (частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу в миллибитах, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу. Вероятность того, что если у объекта j-го класса обнаружен признак, то это i-й признак)

Код	Наименование	Количество информации				Сумма	Среднее	Значимость
		1	2	3	4			
1	1. Вы составляете подробный план урока?-*		176		384	561	140	183
2	2. Вы планируете урок лишь в общих чертах?-*	415		356		771	193	224
3	3. Часто ли вы отклоняетесь от плана урока?-*	226	-13	167		380	95	120
4	4. Отклоняетесь ли вы от плана, заметив пробел в знаниях учащихся или трудности в усвоении материала?-*		-13	167	195	350	88	109
5	5. Вы отводите большую часть урока объяснению нового материала?-*	415	176			591	148	196
6	6. Вы постоянно следите за тем, как усваивается новый материал в процессе объяснения?-*		-13	167	195	350	88	109
7	7. Часто ли вы обращаетесь к учащимся с вопросами в процессе объяснения?-*		-13	167	195	350	88	109
8	8. В процессе опроса много ли времени вы отводите ответу каждого ученика?-*			356	384	741	185	214
9	9. Вы всегда добиваетесь абсолютно правильных ответов?-*		-13	167	195	350	88	109
10	10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опрашиваемый самостоятельно исправил свой ответ?-*			356	384	741	185	214
11	11. Вы часто используете дополнительный учебный материал при объяснении?-*	226	-13	167		380	95	120
12	12. Вы часто меняете темы работы на уроке?-*	415	176			591	148	196
13	13. Допускаете ли вы, чтобы опрос учащихся спонтанно перешел в коллективное обсуждение или объяснение нового учебного материала?-*	415		356		771	193	224
14	14. Вы сразу отвечаете на неожиданные вопросы учащихся?-*	738				738	184	369
15	15. Вы постоянно следите за активностью всех учащихся во время опроса?-*		500			500	125	250
16	16. Может ли неподготовленность или настроение учащихся во время урока вывести вас из равновесия?-*	415	176			591	148	196
17	17. Вы всегда сами исправляете ошибки учащихся?-*	415	176			591	148	196
18	18. Вы всегда укладываетесь в рамки урока?-*			356	384	741	185	214
19	19. Вы строго следите за тем, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно: без подсказок, не подглядывая в учебник?-*		176		384	561	140	183
20	20. Вы всегда подробно оцениваете каждый ответ?-*		-13	167	195	350	88	109
21	21. Резко ли различаются ваши требования к сильным и слабым ученикам?-*	738				738	184	369
22	22. Часто ли вы поощряете за хорошие ответы?-*	226	-13	167		380	95	120
23	23. Часто ли вы порицаете учащихся за плохие ответы?-*		176		384	561	140	183
24	24. Часто ли вы контролируете знания учащихся?-*		176		384	561	140	183
25	25. Часто ли вы повторяете пройденный материал?-*		-13	167	195	350	88	109
26	26. Вы можете перейти к изучению следующей темы, не будучи уверенным, что предыдущий материал усвоен всеми учащимися?-*	415		356		771	193	224
27	27. Как вы думаете, учащимся обычно интересно у вас на уроках?-*	226	-13	167		380	95	120
28	28. Как вы думаете, учащимся обычно приятно у вас на уроках?-*	226	-13	167		380	95	120
29	29. Вы постоянно поддерживаете высокий темп урока?-*	415	176			591	148	196
30	30. Вы сильно переживаете невыполнение учащимися домашнего задания?-*		500			500	125	250
31	31. Вы всегда требуете четкого соблюдения дисциплины на уроке?-*		176		384	561	140	183
32	32. Вас отвлекает <рабочий шум> на уроке?-*		176		384	561	140	183
33	33. Вы часто анализируете свою деятельность на уроке?-*		176		384	561	140	183
	Сумма	5919	2977	3976	5017	17890		
	Среднее	179	90	120	152		136	
	Среднеквадратичное отклонение	227	138	136	172			173

Таблица 21 – Матрица знаний INF3 (частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами)

Код	Наименование	Хи-квадрат				Сумма	Средн	Сред.. квадр. откл.
		1	2	3	4			
1	1. Вы составляете подробный план урока?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
2	2. Вы планируете урок лишь в общих чертах?-*	0,589	-0,685	0,534	-0,438			0,657
3	3. Часто ли вы отклоняетесь от плана урока?-*	0,384	-0,027	0,301	-0,658			0,473
4	4. Отклоняетесь ли вы от плана, заметив пробел в знаниях учащихся или трудности в усвоении материала?-*	-0,616	-0,027	0,301	0,342			0,443
5	5. Вы отводите большую часть урока объяснению нового материала?-*	0,589	0,315	-0,466	-0,438			0,534
6	6. Вы постоянно следите за тем, как усваивается новый материал в процессе объяснения?-*	-0,616	-0,027	0,301	0,342			0,443
7	7. Часто ли вы обращаетесь к учащимся с вопросами в процессе объяснения?-*	-0,616	-0,027	0,301	0,342			0,443
8	8. В процессе опроса много ли времени вы отводите ответу каждого ученика?-*	-0,411	-0,685	0,534	0,562			0,643
9	9. Вы всегда добиваетесь абсолютно правильных ответов?-*	-0,616	-0,027	0,301	0,342			0,443
10	10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опрашиваемый самостоятельно исправил свой ответ?-*	-0,411	-0,685	0,534	0,562			0,643
11	11. Вы часто используете дополнительный учебный материал при объяснении?-*	0,384	-0,027	0,301	-0,658			0,473
12	12. Вы часто меняете темы работы на уроке?-*	0,589	0,315	-0,466	-0,438			0,534
13	13. Допускаете ли вы, чтобы опрос учащихся спонтанно перешел в коллективное обсуждение или объяснение нового учебного материала?-*	0,589	-0,685	0,534	-0,438			0,657
14	14. Вы сразу отвечаете на неожиданные вопросы учащихся?-*	0,795	-0,342	-0,233	-0,219			0,533
15	15. Вы постоянно следите за активностью всех учащихся во время опроса?-*	-0,205	0,658	-0,233	-0,219			0,438
16	16. Может ли неподготовленность или настроение учащихся во время урока вывести вас из равновесия?-*	0,589	0,315	-0,466	-0,438			0,534
17	17. Вы всегда сами исправляете ошибки учащихся?-*	0,589	0,315	-0,466	-0,438			0,534
18	18. Вы всегда укладываетесь в рамки урока?-*	-0,411	-0,685	0,534	0,562			0,643
19	19. Вы строго следите за тем, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно: без подсказок, не подглядывая в учебник?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
20	20. Вы всегда подробно оцениваете каждый ответ?-*	-0,616	-0,027	0,301	0,342			0,443
21	21. Резко ли различаются ваши требования к сильным и слабым ученикам?-*	0,795	-0,342	-0,233	-0,219			0,533
22	22. Часто ли вы поощряете за хорошие ответы?-*	0,384	-0,027	0,301	-0,658			0,473
23	23. Часто ли вы порицаете учащихся за плохие ответы?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
24	24. Часто ли вы контролируете знания учащихся?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
25	25. Часто ли вы повторяете пройденный материал?-*	-0,616	-0,027	0,301	0,342			0,443
26	26. Вы можете перейти к изучению следующей темы, не будучи уверенным, что предыдущий материал усвоен всеми учащимися?-*	0,589	-0,685	0,534	-0,438			0,657
27	27. Как вы думаете, учащимся обычно интересно у вас на уроках?-*	0,384	-0,027	0,301	-0,658			0,473
28	28. Как вы думаете, учащимся обычно приятно у вас на уроках?-*	0,384	-0,027	0,301	-0,658			0,473
29	29. Вы постоянно поддерживаете высокий темп урока?-*	0,589	0,315	-0,466	-0,438			0,534
30	30. Вы сильно переживаете невыполнение учащимися домашнего задания?-*	-0,205	0,658	-0,233	-0,219			0,438
31	31. Вы всегда требуете четкого соблюдения дисциплины на уроке?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
32	32. Вас отвлекает <рабочий шум> на уроке?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
33	33. Вы часто анализируете свою деятельность на уроке?-*	-0,411	0,315	-0,466	0,562			0,517
	Сумма							
	Среднее							
	Среднеквадратичное отклонение	0,525	0,400	0,416	0,492			0,456

Таблица 22 – Матрица знаний INF5 (частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу)

Код	Наименование	ROI				Сум-ма	Сред нее	Ср. квад. откл.
		1	2	3	4			
1	1. Вы составляете подробный план урока?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
2	2. Вы планируете урок лишь в общих чертах?-*	1,00		1,00		2,00	0,50	0,58
3	3. Часто ли вы отклоняетесь от плана урока?-*	0,33	0,33	0,33		1,00	0,25	0,17
4	4. Отклоняетесь ли вы от плана, заметив пробел в знаниях учащихся или трудности в усвоении материала?-*		0,33	0,33	0,33	1,00	0,25	0,17
5	5. Вы отводите большую часть урока объяснению нового материала?-*	1,00	1,00			2,00	0,50	0,58
6	6. Вы постоянно следите за тем, как усваивается новый материал в процессе объяснения?-*		0,33	0,33	0,33	1,00	0,25	0,17
7	7. Часто ли вы обращаетесь к учащимся с вопросами в процессе объяснения?-*		0,33	0,33	0,33	1,00	0,25	0,17
8	8. В процессе опроса много ли времени вы отводите ответу каждого ученика?-*			1,00	1,00	2,00	0,50	0,58
9	9. Вы всегда добиваетесь абсолютно правильных ответов?-*		0,33	0,33	0,33	1,00	0,25	0,17
10	10. Вы всегда добиваетесь, чтобы опрашиваемый самостоятельно исправил свой ответ?-*			1,00	1,00	2,00	0,50	0,58
11	11. Вы часто используете дополнительный учебный материал при объяснении?-*	0,33	0,33	0,33		1,00	0,25	0,17
12	12. Вы часто меняете темы работы на уроке?-*	1,00	1,00			2,00	0,50	0,58
13	13. Допускаете ли вы, чтобы опрос учащихся спонтанно перешел в коллективное обсуждение или объяснение нового учебного материала?-*	1,00		1,00		2,00	0,50	0,58
14	14. Вы сразу отвечаете на неожиданные вопросы учащихся?-*	3,00				3,00	0,75	1,50
15	15. Вы постоянно следите за активностью всех учащихся во время опроса?-*		3,00			3,00	0,75	1,50
16	16. Может ли неподготовленность или настроение учащихся во время урока вывести вас из равновесия?-*	1,00	1,00			2,00	0,50	0,58
17	17. Вы всегда сами исправляете ошибки учащихся?-*	1,00	1,00			2,00	0,50	0,58
18	18. Вы всегда укладываетесь в рамки урока?-*			1,00	1,00	2,00	0,50	0,58
19	19. Вы строго следите за тем, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно: без подсказок, не подглядывая в учебник?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
20	20. Вы всегда подробно оцениваете каждый ответ?-*		0,33	0,33	0,33	1,00	0,25	0,17
21	21. Резко ли различаются ваши требования к сильным и слабым ученикам?-*	3,00				3,00	0,75	1,50
22	22. Часто ли вы поощряете за хорошие ответы?-*	0,33	0,33	0,33		1,00	0,25	0,17
23	23. Часто ли вы порицаете учащихся за плохие ответы?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
24	24. Часто ли вы контролируете знания учащихся?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
25	25. Часто ли вы повторяете пройденный материал?-*		0,33	0,33	0,33	1,00	0,25	0,17
26	26. Вы можете перейти к изучению следующей темы, не будучи уверенным, что предыдущий материал усвоен всеми учащимися?-*	1,00		1,00		2,00	0,50	0,58
27	27. Как вы думаете, учащимся обычно интересно у вас на уроках?-*	0,33	0,33	0,33		1,00	0,25	0,17
28	28. Как вы думаете, учащимся обычно приятно у вас на уроках?-*	0,33	0,33	0,33		1,00	0,25	0,17
29	29. Вы постоянно поддерживаете высокий темп урока?-*	1,00	1,00			2,00	0,50	0,58
30	30. Вы сильно переживаете невыполнение учащимися домашнего задания?-*		3,00			3,00	0,75	1,50
31	31. Вы всегда требуете четкого соблюдения дисциплины на уроке?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
32	32. Вас отвлекает <рабочий шум> на уроке?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
33	33. Вы часто анализируете свою деятельность на уроке?-*		1,00		1,00	2,00	0,50	0,58
	Сумма	15,67	21,67	9,67	12,00	59,00		
	Среднее	0,47	0,66	0,29	0,36		0,45	
	Среднеквадратичное отклонение	0,77	0,73	0,37	0,44			0,61

Необходимо обратить внимание на то, что весовые коэффициенты в ключах в моделях системы Эйдос-Х++, созданные на основе ключей оригинального теста, отличаются друг от друга (за исключением модели ABS), а в интеллектуальных моделях в общем случае отличаются не только веса, но и знаки весовых коэффициентов (например, в приведенных моделях INF1– количество знаний по А.Харкевичу и INF3 – Хи-квадрат).

<u>На четвертом этапе</u> определяется наиболее достоверная модель и назначается текущей для дальнейшего применения.

<u>Шаг 1-й.</u> Из режима 4.1.3.6 видно (см. рисунок 11), что наивысшей достоверностью идентификации и не идентификации обладает модель Inf5 с частными критериями, приведенными в таблице 22 и интегральным критерием, описанным ниже.

4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит.. Текущая модель: "INF7"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифка...	Вероятность правильной не идентиф...	Средняя вероятно... правильн... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс.частот с обр....	100.000	50.000	75.000	25.04.2013	12:28:27
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс.частот по признак...	100.000	16.667	58.333	25.04.2013	12:28:27
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	50.000	75.000	25.04.2013	12:28:27
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	16.667	58.333	25.04.2013	12:28:27
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	50.000	75.000	25.04.2013	12:28:28
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	16.667	58.333	25.04.2013	12:28:28
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	100.000	75.000	87.500	25.04.2013	12:28:28
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	100.000	25.000	62.500	25.04.2013	12:28:28
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	100.000	75.000	87.500	25.04.2013	12:28:28
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	100.000	16.667	58.333	25.04.2013	12:28:28
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	100.000	75.000	87.500	25.04.2013	12:28:28
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	100.000	75.000	87.500	25.04.2013	12:28:28
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	100.000	75.000	87.500	25.04.2013	12:28:29
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	25.000	62.500	25.04.2013	12:28:29
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	100.000	83.333	91.667	25.04.2013	12:28:29
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	16.667	58.333	25.04.2013	12:28:29
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	100.000	75.000	87.500	25.04.2013	12:28:29
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	100.000	25.000	62.500	25.04.2013	12:28:29
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	100.000	66.667	83.333	25.04.2013	12:28:29
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	100.000	16.667	58.333	25.04.2013	12:28:29

Помощь

Рисунок 57. Данные о достоверности статистических моделей и моделей знаний системы Эйдос-Х++ в созданном интеллектуальном приложении

Таблица 23 – Различные аналитические формы частных критериев знаний в системе «Эйдос-Х++»

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
INF1, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу. Вероятность того, что если у объекта j-го класса обнаружен признак, то это i-й признак	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF2, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j-го класса, то у него будет обнаружен i-й признак.	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF3, частный критерий: **Хи-квадрат:** разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
INF7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i,$$

где: M – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j–го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, \textit{если } i-\textit{й фактор действует}; \\ n, \textit{где}: n > 0, \textit{если } i-\textit{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, \textit{если } i-\textit{й фактор не действует}. \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n, т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой *нормированное* суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l A} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)\left(L_i - \bar{L}\right),$$

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_j$ – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$ – среднее по вектору объекта;

σ_j – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j–го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, \textit{если } i-\textit{й фактор действует}; \\ n, \textit{где}: n > 0, \textit{если } i-\textit{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, \textit{если } i-\textit{й фактор не действует}. \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n, т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \to \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \to \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}.$$

Свое наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме является корреляцией двух векторов: состояния j–го класса и состояния распознаваемого объекта.

Шаг 2-й. Модель, показавшая наивысшую достоверность принимается текущей, для чего применяется режим 5.6 (рисунки 58 и 59):

Рисунок 58. Окно режима 5.6 задания в качестве текущей модели, показавшей наивысшую достоверность

Рисунок 59. Окно отображения стадии исполнения режима 5.6, задания в качестве текущей модели, показавшей наивысшую достоверность

Шаг 3-й. Контрольное распознавание в наиболее достоверной модели проводится в режиме 4.1.2 (рисунок 60)

Рисунок 60. Окно отображения стадии исполнения режима 5.6, задания в качестве текущей модели, показавшей наивысшую достоверность

Результаты контрольного распознавания отображаются в режиме 4.1.3.1 (рисунки 61-64), а также в других режимах:

Рисунок 61. Окно результатов идентификации 1-го ключа с остальными

Рисунок 62. Окно результатов идентификации 2-го ключа с остальными

Рисунок 63. Окно результатов идентификации 3-го ключа с остальными

Рисунок 64. Окно результатов идентификации 4-го ключа с остальными

Из рисунков 61-64 видно, что все ключи однозначно идентифицируются своими описаниями, но с разной степенью обусловленности.

<u>На пятом этапе</u> решаются задачи тестирования, т.е. распознавания стиля педагогической деятельности и выработки рекомендаций.

<u>Шаг 1-й.</u> Подготовка и ввод данных для тестирования.

Есть два варианта подготовки и ввода в систему исходных данных для тестирования:

1. Ввод в Excel-файл с абсолютно такой же структурой, как представленный в таблице 17, но с именем Inp_rasp.xlsx и информацией не о ключах, а о тестируемых респондентах. В этом случае для ввода данных в систему используется тот же самый программный интерфейс, что и для ввода обучающей выборки:

режима 2.3.2.2, со всеми теми же самыми опциями, кроме одной: надо задать: «Генерация распознаваемой выборки (на основе Inp_rasp)».

2. Ввод данных непосредственно в систему в режиме 4.1.1 (рисунок 65).

Рисунок 65. Экранная форма ручного ввода-корректировки распознаваемой выборки

<u>Шаг 2-й.</u> Тестирование.

По окончании ввода распознаваемой выборки в режиме 4.1.2 системы Эйдос-Х++ проводится само тестирование (распознавание, идентификация) респондентов. На рисунке 66 приведена экранная форма отображения стадии процесса тестирования после его окончания:

Рисунок 66. Экранная форма ручного ввода-корректировки распознаваемой выборки

Шаг 3-й. Отображение результатов тестирования и выработка рекомендаций по совершенствованию стиля преподавания.

Как видно из рисунка 66 в результате тестирования создается большое количество различных выходных форм, всесторонне с различной степенью детализации отражающих его результаты и позволяющих провести глубокий анализ этих результатов. В данной статье мы не ставим перед собой это задачи и ограничимся двумя формами:

– отображающей сходство педагогического стиля конкретного преподавателя с ключами (рисунок 67);

– отображающей сходство педагогических стилей различных преподавателей с заданным педагогическим стилем (рисунок 68).

Рисунок 67. Экранная форма, отображающая сходство педагогического стиля проф. Луценко Е.В. с ключами (реальные результаты)

Рисунок 68. Экранная форма, отображающая сходство педагогических стилей различных преподавателей с заданным педагогическим стилем: **«Эмоционально-импровизационный стиль (ЭИС)»**

Данные, приведенные на рисунке 67 необходимы для *индивидуальной* консультации преподавателя по совершенствованию его педагогического стиля. Однако если преподавателей много, то имеет смысл сделать их группировку по стилю преподавания и провести консультации по группам, для которых характерны различные стили, т.к. для преподавателей каждой из групп рекомендации будут сходными.

Шаг 4-й. Выработка рекомендаций по совершенствованию стиля преподавания.

На сайте http://vsetesti.ru/805/ приведены описание стилей педагогической деятельности, способ интерпретации результатов теста и рекомендации по совершенствованию преподавателем индивидуального стиля своей педагогической деятельности. Поэтому в данной статье мы не будем на них подробно останавливаться, а ниже приведем с данного сайта лишь один большой фрагмент рекомендаций для одного из авторов (проф. Е.В.Луценко).

«**Эмоционально-импровизационный стиль (ЭИС)**

Вы обладаете многими достоинствами: высоким уровнем знаний, артистизмом, контактностью, проницательностью, умением интересно преподать учебный материал, увлечь учеников преподаваемым предметом, руководить коллективной работой, варьировать разнообразные формы и методы обучения. Ваши уроки отличает благоприятный психологический климат.

Однако Вашу деятельность характеризуют и определенные недостатки: отсутствие методичности (недостаточная представленность в Вашей деятельности закрепления и повторения учебного материала, контроля знаний учащихся). Возможно недостаточное внимание к уровню знаний слабых учеников, недостаточная требовательность, завышенная самооценка, демонстративность, повышенная чувствительность, что обусловливает Вашу чрезмерную зависимость от ситуации на уроке.

В результате у Ваших учеников стойкий интерес к изучаемому предмету и высокая познавательная активность сочетаются с непрочными знаниями, недостаточно сформированными навыками учения.

Попробуйте

1. Несколько уменьшить количество времени, отводимого объяснению нового материала;
2. В процессе объяснения тщательно контролировать, как усваивается материал (для этого через определенные промежутки времени можно обращаться к учащимся с просьбой повторить сказанное или ответить на вопросы).
3. Никогда не переходите к изучению нового материала, не будучи уверенным, что предыдущий усвоен всеми учениками.
4. Внимательно относитесь к уровню знаний слабых учеников.
5. Тщательно отрабатывайте весь учебный материал, уделяя большое внимание закреплению и повторению. Не бойтесь и не избегайте «скучных» видов работы – отработки правил, повторения.
6. Старайтесь активизировать учащихся не внешней развлекательностью, а вызвать у них интерес к особенностям самого предмета.
7. Во время опроса больше времени отводите ответу каждого ученика, добивайтесь правильного ответа, никогда не исправляйте сразу ошибки: пусть ошибившийся сам четко сформулирует и исправит свой ответ, а Вы помогайте ему уточнениями и дополнениями. Всегда давайте подробную и объективную оценку каждому ответу.
8. Повышайте требовательность. Следите, чтобы учащиеся отвечали и выполняли проверочные работы самостоятельно, без подсказок и подглядывания.
9. Старайтесь подробно планировать урок, выполнять намеченный план и анализировать свою деятельность на уроке».

Выводы

Таким образом, можно сделать обоснованный вывод о том, что применение интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» обеспечивает реализацию уже разработанных психологических, педагогических и профориентационных тестов без программирования в форме, удобной для массового тестирования, анализа его результатов и выработки индивидуальных рекомендаций.

Материалы данной статьи могут быть использованы в учебном процессе при преподавании дисциплин: «Интеллектуальные

информационные системы», «представление знаний в информационных системах», «Современные технологии в образовании (магистратура)», «Управление знаниями (магистратура)», «Введение в искусственный интеллект», «Функционально-стоимостной анализ системы и технологии управления персоналом (магистратура)», «Интеллектуальные и нейросетевые технологии в образовании (магистратура)», «Основы искусственного интеллекта» и других.

Перспективы продолжения исследований и разработок

Планируется продолжить направление исследований и разработок, представленное в данной статье, по следующим направлениям:

1. Реализация в среде интеллектуальной системы Эйдос-X++ без программирования тестов с числовыми исходными данными и ключами.

2. Интеграция в среде интеллектуальной системы Эйдос-X++ без программирования нескольких тестов в батарею тестов или супертест с одной общей моделью.

3.4. Медицина

В работе, проведенной совместно с канд.мед.наук Е.В. Сергеевой (Фоминой), М.М.Шеляг и другими [3-190] рассматривается применение нового метода искусственного интеллекта: системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» для оценки уровня неспецифической резистентности организма пациента на основе предоперационной информации о нем, получаемой методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) и прогнозирования на этой основе продолжительности послеоперационного реабилитационного периода (Прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) с применением АСК-анализа).

В этих работах:

– поставлена проблема прогнозирования автоматизированной количественной интерпретации исходной информации о пациенте, получаемой с помощью аппаратно-программного ком-

плекса СДС-тестирования, а также использования этой информации для прогнозирования длительности послеоперационного восстановительного периода;

– предложена идея решения данной проблемы, состоящая в том, что если изучить, какая форма СДС-кривой является наиболее характерной и наиболее нехарактерной для различных длительностей послеоперационного восстановительного периода, то можно по этой кривой прогнозировать длительность восстановительного периода;

– разработан план исследований и разработок, обеспечивающий реализацию данной идеи решения данной проблемы; для выполнения данного плана предлагается применить технологии искусственного интеллекта, в частности АСК-анализ и его программный инструментарий систему «Эйдос», приведено краткое описание системы «Эйдос» и выполнены свежующие этапы АСК-анализа: когнитивная структуризация предметной области; формализация предметной области; подготовка обучающей выборки; синтез и верификация семантической информационной модели.

Достоверность модели оказалась достаточно высокой для того, чтобы ее можно было корректно использовать для выполнения последующих этапов АСК-анализа, т.е. для решения задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследование предметной области путем исследования ее модели, что и планируется сделать в последующих работах.

Основной вывод, который можно сделать на основе созданной семантической информационной модели, состоит в том, что подтверждается гипотеза профессора В.М.Покровского о существенной роли предложенных им элементов СДС-кривой для прогнозирования длительности послеоперационного восстановительного периода. Этот вывод можно обоснованно сделать на основе работ [119, 120], из которых видно, что 7 из 9 наиболее значимых описательных шкал, дающих суммарный вклад по значимости около 40%, являются шкалами, предложенными профессором В.М.Покровским.

Но предложенный авторами подход позволил не только подтвердить гипотезу профессора В.М.Покровского, но и уточнить ее, за счет того, что в приведенной модели количественно оценивается сила и направление влияния элементов СДС-кривой

на длительность послеоперационного восстановительного периода.

Кроме того предлагается и развитие этой гипотезы, основанное на том, что все же 2 шкалы из 9 наиболее значимых являются новыми. Кроме того, можно использовать для прогнозирования не 9, а 18 наиболее значимых шкал, дающих суммарный вклад в значимость около 65%, причем все 9 дополнительных шкал являются новыми и предлагаются впервые.

Предложенный подход позволяет также осуществлять прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода пациента непосредственно на основе баз данных, получаемых с помощью аппаратно-программного комплекса СДС-тестирования, т.е. позволяет решить проблему, поставленную в данной работе.

Перспективы и гипотезы.

По мере увеличения длительности послеоперационного восстановительного периода закономерно возрастает площадь прямоугольника, со сторонами, образованными длительностью периода СДС и диапазоном СДС на минимуме и максимуме. Предлагается гипотеза, в соответствии с которой этот вторичный параметр может являться одним из самых информативных признаков для прогнозирования длительности послеоперационного восстановительного периода по СДС-кривой пациента.

Автор предполагают, что перспективным является:

1. Развитие описанных технологий и методик их применения на реальных данных больших объемов.

2. Создание необходимой юридической, организационно-финансо-вой, информационно-технической и кадровой инфраструктуры для применения предлагаемых технологий и методик и АСК-анализа для решения задач прогнозирования и поддержки принятия решений на основе метода профессора В.М.Покровского (метод сердечно-дыхательного синхронизма – СДС), и не только с научными целями, но и для практики. Конечно подобные решения можно принимать только на основе положительных результатов достаточно длительных и убедительных экспериментов, имитирующих работу в реальной клинической практике на основе прогнозов системы «Эйдос».

3. Включение в состав аппаратно-программного комплекса СДС-тестирования универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос», обеспечивающей:

– решение проблемы, поставленной в данной работе, т.е. количественное прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода;

– развитие метода профессора В.М.Покровского;

– проверку сформулированных гипотез.

Исследованию этих вопросов автор надеется посвятить последующие работы.

Данное исследование показательно как само по себе, так и в качестве примера применения системы «Эйдос» для выявления взаимосвязей между различными технологиями с одной стороны, и результатами применения этих технологий, с другой.

3.5. Исследование глобальных геосистем в космической среде

Исследования и разработки в этом направлении выполнены автором совместно с к. ф.-м. н., Ph.D. профессором А.П. Труневым (Торонто, Канада), В.Н. Шашиным (Санкт-Петерург, Россия), Бандык Д.К (Белоруссия) и им посвящено две монографии [14, 18] и десятки статей [57, 67, 70, 72, 86, 87, 90, 102, 104, 109, 110, 111, 116, 121, 124, 125, 126, 152, 166, 175] и ряд других.

К глобальным активным геосистемам относятся ноосфера, биосфера, атмосфера, гидросфера и литосфера. Поведение любого объекта определяется действующими на него внутренними и внешними факторами. Внутренние факторы отражают текущее состояние объекта и предысторию его развития. Внешние факторы можно разделить на зависящие от нашей воли, которые можно рассматривать как управляющие факторы, и независящие от нее, т.е. факторы (влияния) окружающей среды. Для глобальных систем управляющие факторы, по сути, отсутствуют или неизвестны, а факторами окружающей среды, очевидно, являются космические факторы, т.к. именно космос представляет собой окружающую среду для Земли и глобальных активных геосистем.

Активным называется объект, имеющий внутренний источник самодвижения (энергии), систему моделирования себя и ок-

ружающей среды, включая внешние управляющие системы, а также собственную систему поддержки принятия решений, т.е. ведущий себя так, как будто он стремится к собственной определенной цели. «Классическими» активными объектами являются системы с участием людей: экономические, социально-психологические, технологические и организационно-технические, а также биологические и экологические системы (включая искусственные экосистемы). Однако и поведение объектов так называемой «неживой» природы, подается блестящему теоретическому описанию на основе представления о том, что они стремятся к некоторой «объективной цели». Это позволяет расширить представление об активных объектах на все объекты и считать представление об абсолютно пассивном объекте чистейшей абстракцией, которой в реальности ничего не соответствует, если не считать Кантовской «вещи в себе». Дело в том, что абсолютно пассивный объект не смог бы взаимодействовать ни с какими объектами.

Тем ни менее вполне оправдано говорить о степени активности объектов и о существовании конструкта, спектра или иерархии объектов по степени их активности: от объектов с очень высокой активностью до объектов с очень низкой активностью. По мнению авторов, активность объекта (системы) однозначно определяется его уровнем системности, т.е. степенью отличия свойств системы от суммы свойств ее элементов. С этой точки зрения спектр систем по их активности выглядит следующим образом: механические, химические, биологические, социально-экономические системы. Между тем уровень системности в свою очередь обусловливается интенсивностью взаимосвязей между элементами системы и сложностью ее внутренней организации, а значит и ее масштабами. Это значит, что чем больше и сложнее система, состоящая из элементов определенной активности, чем больше она включает элементов, тем сложнее могут быть взаимосвязи между ними и тем выше общий уровень системности и активности системы в целом. С другой стороны если системы состоят из одинакового количества элементов, но эти элементы обладают разной сложностью, то и системы будут отличаться по своей сложности. Это значит, что большие и сложные системы, состоящие из очень большого количества относительно простых

элементов, могут иметь такой же общий уровень системности, как системы сравнительно небольшого размера, имеющие очень сложную внутреннюю организацию и состоящие из очень сложных элементов.

Поэтому вполне оправданно ввести новое научное понятие удельного уровня системности (или удельной системностью), под которым автор предлагает понимать уровень системности на единицу массы системы.

По удельной системности человек, по-видимому, имеет наивысший уровень системности из известных систем, и, например, намного превосходит, отдельно взятое дерево. Однако по общему уровню системности лесной массив, как экосистема, может быть сопоставимым с человеком или даже превосходить его, вплоть до проявления в системе реагирования элементов, которые мы бы могли квалифицировать как проявления психики. Отдельный вирус не сопоставимо ниже человека по уровню системности, однако, по последним данным эпидемия в целом ведет себя по отношению к людям, изобретающим все новые средства борьбы с ней, как армия, под руководством опытного полководца, осаждающая крепости-города. Автор предлагают гипотезу, согласно которой, не смотря на то, что удельная системность литосферы на многие порядки ниже удельной системности биосферы, не говоря уже о ноосфере (социально-экономических системах), однако, учитывая огромную массу и масштабы литосферы можно предположить, что ее суммарный уровень системности сопоставим с биосферой и даже с ноосферой.

Поведение простых объектов с низким уровнем системности и активности практически полностью определяется внешними факторами. Поведение же активных объектов практически полностью определяется внутренними факторами, т.е. их внутренней организацией, текущим состоянием и предысторией. Внешние факторы также оказывают влияние на поведение активного объекта, но не непосредственно, а опосредованно его внутренней организацией. При этом реагирование активной системы на внешние воздействия осуществляется таким образом, что основную роль играет не мощность или суммарные затраты энергии этих внешних воздействий (как в простых системах), а внутренняя организация этих воздействий, точнее – их информационная со-

ставляющая. Конечно, активные системы имеют иерархическое строение и обычно включают некую базовую структуру, имеющую относительно низкий уровень системности. Например, автомобиль в заглушенном состоянии можно рассматривать как систему с низким уровнем системности, и, поэтому, для его транспортировки на стоянку в этом состоянии необходим эвакуатор, однако если автомобиль завести, то практически без затрат энергии на управляющие воздействия можно легко переместить его в ту же точку и даже отбуксировать туда сам эвакуатор.

Развитие активных систем происходит путем чередования периодов эргодичности и точек бифуркации. На периодах эргодичности законы поведения объекта практически не изменяются и накапливаются количественные изменения, которые, в конце концов, приводят к его скачкообразному качественному изменению и переходу в новый период эргодичности. Для активных систем точки бифуркации, по сути, представляют собой точки принятия решений, определяющих эволюцию системы на следующем периоде эргодичности. При этом сами моменты времени, в которые осуществляются переходы активной системы в точки бифуркации могут определяться низко энергетическими, по существу информационными внешними воздействиями, эффект влияния которых абсолютно не сопоставим с их мощностью и общей затраченной энергией.

3.6. Сельское хозяйство

Первое исследование в этой облсти с применением системы «Эйдос» проведено автором совместно с проф. О.А.Засухиной на базе Кубанского государственного аграрного университета в 1993-1996 годах [3-203]. Предложенные технологии АСК-анализа реализовывалась на базе системы "Эйдос". С помощью сформированной содержательной информационной модели прогнозировались результаты выращивания сельскохозяйственных культур и вырабатывались научно-обоснованных рекомендации по управлению урожайностью и качеством сельскохозяйственной продукции.

Созданная модель включала: объект управления (сельскохозяйственную культуру); классы (будущие состояния объекта

управления, т.е. количественные и качественные результаты выращивания); факторы управляющей системы (агротехнологии, т.е. нормы высева, виды и нормы внесения удобрений, методы вспашки, ротация севооборота и т.п.); факторы окружающей среды (вид почв, культуры–предшественники по предшествующим годам и др.).

Размерность модели составила: 35 прогнозируемых результатов выращивания, 188 градаций факторов, 217 прецедентов в обучающей выборке, 18594 факта. На основе предложенной технологии АСК-анализа разработано конкретное приложение, обеспечивающее управление урожайностью и качеством сельскохозяйственных культур путем выбора и применения оптимальной агротехнологии в зависимости от поставленной цели и вида почв, культуры–предшественника, а также ряда других параметров объекта управления и окружающей среды, например, таких как: нормы высева, виды и нормы внесения удобрений, методы вспашки, ротация и др.

При создании методики выполнялись следующие работы:

1. Формулировка целей методики и в соответствии с ними разработка перечня прогнозируемых хозяйственных ситуаций, т.е. результатов выращивания (например, для классификации будущих состояний, в том числе целевых, могут быть использованы "шкала качества" и "шкала количества", рисунок 69):

Рисунок 69. Будущие состояния объекта управления: количественные и качественные результаты выращивания сельхозкультуры (зерновые колосовые)

2. Разработка формализованного паспорта результатов выращивания сельхозкультур, позволяющего описать в пригодной для компьютерной обработки форме результаты выращивания конкретной сельхозкультуры на конкретном поле и по конкретной технологии. Формализованный паспорт может состоять из двух частей: первая из них содержит шкалы, описывающие не зависящие от воли человека факторы, вторая – технологические факторы, которые можно рассматривать как средство достижения желаемых хозяйственных результатов (рисунок 70).

Рисунок 70. Видеограмма с фрагментом справочника описательных шкал (факторы)

3. Использование бумажного архива по выращиванию сельхозкультур для заполнения формализованных паспортов и ввода в программную инструментальную систему в качестве примеров выращивания (обучающей выборки) (рисунок 71).

Рисунок 71. Интерфейс ввода обучающей выборки

4. Выявление (на основе предъявленных реальных примеров выращивания сельхозкультур) взаимосвязей между применяемыми технологиями и полученными результатами и формирование информационных портретов по каждому возможному результату выращивания. Информационный портрет хозяйственной ситуации представляет собой перечень технологических факторов с количественным указанием того, какое влияние оказывает каждый из них на осуществление данной ситуации (рисунок 72):

Рисунок 72. Примеры информационных портретов результатов выращивания "высокое количество" и "высокое качество"

5. Каждый из технологических факторов на основе приведенных примеров характеризуется тем, какое влияние он оказывает на осуществление каждой (целевой или нежелательной) хозяйственной ситуации (рисунок 73):

Рисунок 73. Семантический портрет признака: "Предшественники – бобовые многолетние травы"

6. Сравнение различных хозяйственных ситуаций и формирование групп наиболее сходных из них (кластеров), а также определение кластеров, наиболее сильно отличаются друг от друга (конструктов). При этом на экспериментальной базе данных был выявлен конструкт "качество–количество", означающий, что для получения высокого качества и большого количества необходимы совершенно противоположные и несовместимые (т.е. невоз-

можные одновременно) почвы: предшественники и агротехнологические приемы (рисунок 74):

Рисунок 74. Конструкт классов: "Качество – количество" и семантическая сеть классов по шкалам: "Качество – количество"

7. Группировка технологических факторов в кластеры и конструкты. Кластерно-конструктивный анализ факторов показал, что некоторые различные по своей природе факторы имеют сходное влияние на хозяйственные результаты. Эти факторы предложено использовать для замены друг друга в случае необходимости (рисунок 75):

Рисунок 75. Конструкт факторов: "Предшественники бобовые … – Ротация первая…" и семантической сети факторов: "Предшественники – Глубина обработки почвы"

8. Проверка способности созданного приложения правильно прогнозировать хозяйственные результаты на массиве уже введенных формализованных паспортов показала, что валидность оказалась недостаточно высокой для практического применения: на уровне 58%. Причиной этого являются артефакты, из-за которых некоторые хозяйственные ситуации оказались слабо детерминированными (рисунок 76). Удаление артефактов привело к повышению интегральной валидности до 80%, что достаточно для практического использования методики (рисунок 77)

Рисунок 76. Интегральная и дифференциальная валидность методики до исключения артефактов

Рисунок 77. Интегральная и дифференциальная валидность методики после исключения артефактов

Рисунок 78. Пример карточки прогнозирования для конкретных условий выращивания

Таким образом, были решены две основные задачи:

1. Прогнозирование того, какие хозяйственные результаты наиболее вероятны (а какие практически невозможны) на данном виде почв и с данными предшественниками, а также при условии применения имеющихся в распоряжении агротехнологий. Указана мера сходства прогнозируемой ситуации с каждым будущим состоянием.

2. Разработка рекомендаций по управляющим воздействиям, т.е. консультирование по вопросам о том, какие виды почв, предшественники и агротехнологии должны быть, чтобы можно было рассчитывать с определенной уверенностью на заданный хозяйственный результат.

Система позволяет оценивать степень достоверности своих прогнозов и рекомендаций по управлению, т.е. она не просто дает рекомендацию, но и количественно оценивает степень ее надежности. Кроме того, система дает характеристику влияния каждого технологического приема и рекомендации по замене желательных, но очень дорогих или не имеющихся в наличии технологических приемов, другими, более дешевыми и доступными, и, при этом, имеющими сходное влияние на хозяйственные результаты.

Таким образом, данная методика позволяет "просматривать" различные варианты технологии, прогнозировать последствия применения различных технологических приемов, и на этой основе вырабатывать научно обоснованные рекомендации по выбору возделываемой культуры и оптимальной для поставленных целей агротехнологии.

В данном исследовании в количественной форме были обнаружены как уже известные закономерности по влиянию предшественников, почв, удобрений, способов вспашки и т.д. на результаты выращивания сельхозкультур, так и новые, ранее неизвестные.

В последующем исследования в этой области были продолжены и по их результатам издано 4 монографии [9, 13, 19, 190] и ряд статей [149, 150, 153, 154].

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

4.1. Обзор учебных дисциплин, при преподавании которых используется система «Эйдос»

Автор вел ранее и сейчас ведет много различных учебных дисциплин: "Теория и техника измерений", "Методы принятия решений", "Основы теории информации", "Алгоритмы и структуры данных", "Вычислительные системы и сети", "Базы данных", "Новые информационные технологии в учебном процессе", "Комплексные технологии в науке и образовании", "Информационные системы в экономике", "Математическое моделирование", "Измерения в экономике (Эконометрика)", "Информатика", "Интеллектуальные информационные системы", «Представление знаний в информационных системах», "Основы теории управления (теория автоматического управления)", «Компьютерные технологии в строительной науке и образовании (магистратура)», «Современные технологии в образовании (магистратура)», «Управление знаниями (магистратура)», Введение в искусственный интеллект, Системно-когнитивный анализ, Информационные технологии управления бизнес-процессами / Корпоративные информационные системы (магистратура), Система искусственного интеллекта «Эйдос», Моделирование социально-экономических систем / Организационно-управленческие модели корпорации (магистратура), Введение в нейроматику и методы нейронных сетей (магистратура), Интеллектуальные и нейросетевые технологии в образовании (магистратура), Основы искусственного интеллекта, Эффективность АСУ (магистратура), Функционально-стоимостной анализ системы и технологии управления персоналом (магистратура), Компьютерная графика.

При проведении лабораторных и практических занятий по многим из этих дисциплин может успешно использоваться системе «Эйдос-Х++». Прежде всего, это все дисциплины, связанные с интеллектуальными технологиями и управлением знаниями, а также с системным анализом, моделированием, управлением и измерениями. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

4.2. Дисциплина: «Интеллектуальные информационные системы»

Учебно-методический комплекс по данной дисцплине в 2011-2012 учебном году составлял около 150 листов: http://www.twirpx.com/user/858406/.

4.2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины

Данная дисциплина обеспечивает приобретение студентами знаний, умений и навыков по "Интеллектуальные информационные системы" в соответствии с государственным образовательным стандартом (ГОС) высшего профессионального образования по специальности 230201.65 - «Информационные системы и технологии». Она входит в цикл специальных дисциплин специальности.

Дисциплина "Интеллектуальные информационные системы" является теоретическим и прикладным фундаментом для изучения дисциплин специальности, связанных с обработкой информации при мониторинге, анализе, прогнозировании и управлении в экономике и юриспруденции. Знания, умения и навыки, полученные студентами при качественном освоении курса "Интеллектуальные информационные системы" могут использоваться ими при изучении других учебных дисциплин, а также при разработке курсовых и дипломных работ.

Изложение учебного материала дисциплины, согласно представленного в рабочей программе календарно-тематического плана, учитывает специфику деятельности специалиста в области экономики и юриспруденции. Оно ориентировано на то, что работа выпускников по данной специальности будет связанна с выявлением фактов непосредственно из эмпирических данных, накоплением фактов, выявлением причинно-следственных взаимосвязей между ними и использованием этих знаний для решения разнообразных задач идентификации, прогнозирования и выработки рекомендаций по управлению (поддержка принятия управленческих решений). Поэтому при преподавании дисциплины упор делается на прикладные аспекты эффективного применения ими интеллектуальных информационных технологий.

Цель – обеспечить высокую профессиональную подготовку специалистов в области разработки и практического применения интеллектуальных информационных технологий по профилю будущей специальности.

Задачи изучения дисциплины

В результате обучения по дисциплине "Интеллектуальные информационные системы" студенты должны приобрести знания, умения и навыки для решения следующих задач:

– формальная постановка задачи, когнитивная структуризация и формализация предметной области;

– подготовка обучающей выборки и управлению ею;

– синтез модели предметной области, включая ее Парето-оптимизацию;

– исследование модели на адекватность, сходимость и устойчивость;

– решение задач идентификации и прогнозирования;

– решение обратных задач идентификации и прогнозирования, поддержка принятия решений по управлению, информационные портреты классов и семантические портреты факторов;

– кластерный анализ классов и факторов, графическое отображение результатов кластерного анализа в форме семантических сетей;

– конструктивный анализ классов и факторов;

– содержательное сравнение обобщенных образов классов и факторов, отображение результатов содержательного сравнения в графической форме когнитивных диаграмм;

– решение задач с применением интеллектуальных информационных технологий в различных предметных областях.

4.2.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате обучения по данной дисциплине студенты должны:

а) знать:

– историю, принципы и перспективные направления развития интеллектуальных информационных систем;

– критерии выбора математических методов и реализующих их программных средств для решения конкретных задач в различных предметных областях.

б) уметь:

ставить и решать задач, сформулированные в п.1.2 данной рабочей программы, в различных предметных областях.

в) иметь представление:

о перспективах развития интеллектуальных информационных технологий.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины

(перечень необходимо согласовать с методической комиссией факультета)

Наименование дисциплины	Наименование разделов /тем/
ОПД.Ф.03. Базы данных	Базы данных (БД). Принципы построения. Жизненный цикл БД. Организация процессов обработки данных в БД. Информационные хранилища. Проблема создания и сжатия больших информационных массивов, информационных хранилищ и складов данных. Управление складами данных.

4.2.3. Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Тема-1. Интеллектуальные информационные системы, как закономерный и неизбежный этап развития средств труда.

Основные положения информационно-функциональной теории развития техники. Информационная теория стоимости. Интеллектуализация – генеральное направление и развития информационных технологий. *Логический и эвристический методы рассуждения в ИИС. Рассуждения на основе дедукции, индукции, аналогии. Нечеткий вывод знаний. Немонотонность вывода. Приобретение знаний. Извлечение знаний из данных.*

Тема-2. Определение и критерии идентификации систем искусственного интеллекта.

Данные, информация, знания. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка-Абельсона. Понятие: "Система искусственного интеллекта", место СИИ в классификации информационных систем. Определение и классификация систем искусственного интеллекта, цели и пути их создания. Информационная модель деятельности специалиста и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности. Жизненный цикл системы искусственного интеллекта и критерии перехода между этапами этого цикла. *Понятие интеллектуальной информационной системы (ИИС), основные свойства. Классификация ИИС.*

РАЗДЕЛ 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОГНИТИВНОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ "ЭЙДОС"

Тема-3. Теоретические основы системно-когнитивного анализа.

Системный анализ, как метод познания. Когнитивная концепция и синтез когнитивного конфигуратора. СК-анализ, как системный анализ, структурированный до уровня базовых когнитивных операций. Место и роль СК-анализа в структуре управления.

Тема-4. Системная теория информации и семантическая информационная модель.

Теоретические основы системной теории информации. Семантическая информационная модель СК-анализа. Некоторые свойства математической модели (сходимость, адекватность, устойчивость и др.). Взаимосвязь математической модели СК-анализа с другими моделями

Тема-5. Методика и технология численных расчетов в СК-анализе (алгоритмы и структуры данных).

Принципы формализации предметной области и подготовки эмпирических данных. Иерархическая структура данных и последовательность численных расчетов в СК-анализе. Обобщенное описание алгоритмов СК-анализа. Детальные алгоритмы СК-анализа.

Тема-6. Технология синтеза и эксплуатации приложений в системе «Эйдос».

Назначение и состав системы "ЭЙДОС". Пользовательский интерфейс, технология разработки и эксплуатации приложений в системе "ЭЙДОС". Технические характеристики и обеспечение эксплуатации системы "ЭЙДОС" (версии 12.5). АСК-анализ, как технология синтеза и эксплуатации рефлексивных АСУ активными объектами.

РАЗДЕЛ 3. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Тема-7. Системы с интеллектуальной обратной связью и интеллектуальными интерфейсами

Интеллектуальные интерфейсы. Понятие интеллектуального интерфейса и классификация систем с интеллектуальными интерфейсами. Системы с биологической обратной связью (БОС). Системы, поведение которых зависит от психофизиологического состояния пользователя. Использование систем с биологической обратной связью в медицине для лечения заболеваний путем осознания ранее не осознаваемых процессов в организме (Фрейд) и освоения навыков управления ими. Системы с семантическим резонансом (СР). Системы, поведение которых зависит от состояния сознания пользователя, в частности от его интересов. Использование систем с семантическим резонансом для тестирования пользователя и реагирования на его интересы. Компьютерные Ψ-технологии и интеллектуальный подсознательный интерфейс. Системы подсознательного тестирования и модификации подсознания пользователя. Вызванные потенциалы и различие между восприятием и осознанием. Фильтры сознания (эксперимент со студентами по установке интеллектуальных фильтров на осознание восприятий, положительные и отрицательные галлюцинации). Возможность использования подсознательной реакции пользователя на воспринимаемые, но неосознаваемые изображения для тестирования пользователя и реагирования на его интересы и принадлежность к тем или иным идентифицируемым группам, в частности профессиональным группам («профессиограммы»). Возможность сообщения информации пользователю непосредственно в подсознание, минуя критику и фильтры соз-

нания (компьютерное нейролингвистическое программирование – НЛП). Виртуальная реальность. Системы виртуальной реальности и критерии реальности, принцип эквивалентности виртуальной и истинной реальности. Виртуальные устройства ввода-вывода. Эффекты присутствия, деперсонализации, модификация сознания пользователя и переноса центра интересов ценностей и мотиваций в виртуальную реальность («реалы и виртуалы»). Рассмотрение перспективных и патологических измененных форм сознания, возникающих в системах с интеллектуальными интерфейсами. Вопросы соблюдения моральных норм в системах виртуальной реальности и последствия их несоблюдения. Использование информации, снимаемой с головного мозга (в частности электроэнцефалограммы), для дистанционного управления кибернетическими системами с помощью мышления о них, т.е. без использования мышечных усилий: «телепатический» интерфейс и ментальные игры. Системы с дистанционным микротелекинетическим интерфейсом, обеспечивающие дистанционное управление кибернетическими системами без использования физического тела. Проект Vega-72, история и перспектива. Работы лаборатории Princeton Engineering Anomalies Research (PEAR) (Princeton University, at Princeton, N.J. USA): http://www. princeton.edu/~pear/

Тема-8. Автоматизированные системы распознавания образов

Основные понятия и определения, связанные с системами распознавания образов. Проблема распознавания образов. Классификация методов распознавания образов. Применение распознавания образов для идентификации и прогнозирования. Сходство и различие в содержании понятий "идентификация" и "прогнозирование". Роль и место распознавания образов в автоматизации управления сложными системами. Методы кластерного анализа. *Машинное обучение на примерах.*

Тема-9. Математические методы и автоматизированные системы поддержки принятия решений

Многообразие задач принятия решений. Языки описания методов принятия решений. Выбор в условиях неопределенности. Решение как компромисс и баланс различных интересов. О некоторых ограничениях оптимизационного подхода. Экспертные методы выбора. Юридическая ответственность за решения, приня-

тые с применением систем поддержки принятия решений. Условия корректности использования систем поддержки принятия решений. Хранилища данных для принятия решений.

Тема-10. Экспертные системы

Базовые понятия. Методика построения. Этап-1 синтеза ЭС: "Идентификация". Этап-2 синтеза ЭС: "Концептуализация". Этап-3 синтеза ЭС: "Формализация". Этап-4 синтеза ЭС: "Разработка прототипа". Этап-5 синтеза ЭС: "Экспериментальная эксплуатация". Этап-6 синтеза ЭС: "Разработка продукта". Этап-7 синтеза ЭС: "Промышленная эксплуатация". *Экспертные системы. Составные части экспертной системы: база знаний, механизм вывода, механизмы приобретения и объяснения знаний, интеллектуальный интерфейс. Организация базы знаний. Этапы проектирования экспертной системы: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование, опытная эксплуатация. Участники процесса проектирования: эксперты, инженеры по знаниям, конечные пользователи. Статические и динамические экспертные системы.*

Тема-11. Нейронные сети

Биологический нейрон и формальная модель нейрона Маккалоки и Питтса. Возможность решения простых задач классификации непосредственно одним нейроном. Однослойная нейронная сеть и персептрон Розенблата. Линейная разделимость и персептронная представляемость. Многослойные нейронные сети. Проблемы и перспективы нейронных сетей. Модель нелокального нейрона и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета. *Нейронные сети.*

Тема-12. Генетические алгоритмы и моделирование биологической эволюции

Основные понятия, принципы и предпосылки генетических алгоритмов. Пример работы простого генетического алгоритма. Достоинства и недостатки генетических алгоритмов. Примеры применения генетических алгоритмов.

Тема-13. Когнитивное моделирование

Определение основных понятий: "Когнитивное моделирование" и "Классическая когнитивная карта", их связь с когнитивной психологией и гносеологией. Когнитивная (познавательно-целевая) структуризация знаний об исследуемом объекте и внеш-

ней для него среды на основе PEST-анализа и SWOT-анализа. Разработка программы реализации стратегии развития исследуемого объекта на основе динамического имитационного моделирования (при поддержке программного пакета Ithink).

Тема-14. Выявление знаний из опыта (эмпирических фактов) и интеллектуальный анализ данных (data mining)

Интеллектуальный анализ данных (data mining). Типы выявляемых закономерностей data mining. Математический аппарат data mining. Области применения технологий интеллектуального анализа данных. Автоматизированные системы для интеллектуального анализа данных.

РАЗДЕЛ 4. ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Тема-15. Области применения систем искусственного интеллекта.

Обзор опыта применения АСК-анализа для управления и исследования социально-экономических систем. Поддержка принятия решений по выбору агротехнологий, культур и пунктов выращивания. Прогнозирование динамики сегмента рынка. Анализ динамики макроэкономических состояний городов и районов на уровне субъекта Федерации в ходе экономической реформы (на примере Краснодарского края) и прогнозирование уровня безработицы (на примере Ярославской области)

Тема-16. Перспективы развития систем искусственного интеллекта, в т.ч. в Internet.

Ограничения АСК-анализа и обоснованное расширение области его применения на основе научной индукции. Перспективы применения АСК-анализа в управлении. Развитие АСК-анализа. Другие перспективные области применения АСК-анализа и систем искусственного интеллекта.

4.2.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объём в часах по формам обучения	
		очная	заочная
	НЕ ПРЕДУСМАТРИВАЮТСЯ		

4.2.5. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум включает *по выбору преподавателя* любые *шесть* из десяти перечисленных в приведенной таблице лабораторных работ разработанных и описанных в авторском учебном пособии по интеллектуальным информационным системам и научно0методических статьях автора УМК. Все лабораторные работы основаны на системе «Эйдос». Каждая работа выполняется 4 часа (две пары), которые, как правило, идут одна за одной.

Цель проведения лабораторных занятий заключается в закреплении студентами полученных на лекциях теоретических знаний путем самостоятельного решения учебных научно-исследовательских задач.

Основной формой проведения лабораторных занятий является самостоятельного решения студентами учебных научно-исследовательских задач в реальной системе искусственного интеллекта «Эйдос».

В обязанности преподавателя входят методическое руководство и консультирование студентов по лабораторным работам.

Номер ЛЗ	Номер раздела	Наименование лабораторной работы (занятия)	Объём в часах по форме обучения	
			очная	заочная
1	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: «Прогнозирование вероятных пунктов назначения железнодорожных составов»	4	4
2	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: "Прогнозирование учебных достижений студентов на основе их имеджевых фотороботов"	4	4
3	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: "Прогнозирование учебных достижений студентов на основе особенностей их почерка"	4	---
4	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: "Прогнозирование учебных достижений студентов на	4	---

		основе информации об их социальном статусе"		
5	2	Синтез и исследование семантической информационной моделей: "Идентификация слов по входящим в них буквам" и "Атрибуция анонимных и псевдонимных текстов"	4	
6	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: «Идентификация трехмерных тел по их проекциям»	4	---
7	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: «Исследование RND-модели при различных объемах выборки»	4	---
8	2	Синтез и исследование семантической информационной модели: «Системно-когнитивный подход к синтезу эффективного алфавита» Синтез и исследование семантической информационной модели: «Исследование свойств натуральных чисел»	4	---
Общий объём			24	---

Примечание: преподавателем выбираются любые 6 тем лабораторных работ

4.3. Дисциплина: «Представление знаний в интеллектуальных информационных системах»

4.3.1. Сопоставление основных моделей представления знаний и место модели знаний системно-когнитивного анализа среди них

“Истинное знание – это знание причин”
Френсис Бэкон (1561–1626 гг.)

В этом разделе, основанном на работе [127], на небольшом и наглядном численном примере подробно рассматриваются методологические аспекты технологии выявления знаний из эмпирических данных, представления знаний и их использования для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области в системно-когнитивном анализе (СК-

анализ) и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос»

Интеллектуальные системы – это автоматизированные системы, обеспечивающие *выявление* знаний из эмпирических данных, хранение и накопление их в различных формах *представления*, а также их *использование* для решения различных задач. Современный уровень развития теории и практики искусственного интеллекта и динамика развития этого научного и технологического направления таковы, что, по-видимому, можно обоснованно говорить о его затяжном кризисе, более того, о том, что его развитие возможно пошло по тупиковому пути. У автора есть развитые конкретные глубоко аргументированные представления о путях выхода из этого кризиса, связанные с решением ключевых вопросов о том, может ли мыслить объект и какими структурами поддерживается функция мышления у людей и какими структурами она в принципе может поддерживаться в технических системах. Парадоксальность ситуации заключается в том, что, казалось бы, само собой разумеющиеся и очевидные ответы на эти «простые» вопросы, скорее всего, являются *неверными*. Однако обсуждение этих путей и вопросов далеко выходит за рамки данной работы, т.к. требуют углубленного анализа закономерностей развития человека, технологии и общества, а также некоторых изменений в современных мировоззренческих концепциях и научных парадигмах[26].

Здесь же отметим лишь, что выявление, представление и использование знаний безусловно является *проблемой*, и в различных интеллектуальных системах эта проблема решаются (или не решаются) по-разному[27].

Далее рассмотрим вариант решения этой проблемы в автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ) и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос».

Прежде всего, кратко рассмотрим соотношение содержания понятий: «данные», «информация» и «знания».

---

[26] http://ru.wikipedia.org/wiki/Парадигма
[27] См., например: http://www.aiportal.ru/

Данные – это информация, рассматриваемая безотносительно к ее смысловому содержанию, находящаяся на носителях или в каналах связи и представленная в определенной системе кодирования или на определенном языке (т.е. в формализованном виде).

Информация – это *осмысленные* данные. Смысл, семантика, содержание (согласно концепции смысла Шенка-Абельсона) – это знание причинно-следственных зависимостей.

Знания – это информация, *полезная* для достижения целей (рисунок 79).

Рисунок 79. Соотношение содержания понятий: «данные», «информация», «знания»

Знания могут быть представлены в различных формах, характеризующихся различной *степенью формализации*:

– вообще неформализованные знания, т.е. знания в своей собственной форме, ноу-хау (мышление без вербализации есть медитация);

– знания, формализованные в естественном вербальном языке;

– знания, формализованные в виде различных методик, схем, алгоритмов, планов, таблиц и отношений между ними;

– знания в форме технологий, организационных производственных, социально-экономических и политических структур;

– знания, формализованные в виде математических моделей и методов представления знаний в автоматизированных интеллектуальных системах (логическая, фреймовая, сетевая, продукционная, нейросетевая, нечеткая и другие).

Таким образом, для решения сформулированной проблемы необходимо осознанно и целенаправленно *последовательно повышать степень формализации* исходных данных до уровня, который позволяет ввести исходные данные в интеллектуальную систему, а затем:

– преобразовать исходные данные в информацию;

– преобразовать информацию в знания;

– использовать знания для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области.

Для этого в АСК-анализе предусмотрены следующие этапы [7]:

1. Когнитивная структуризация предметной области, при которой определяется, что мы хотим прогнозировать и на основе чего (конструирование классификационных и описательных шкал).

2. Формализация предметной области (7):

– разработка градаций классификационных и описательных шкал (номинального, порядкового и числового типа);

– использование разработанных на предыдущих этапах классификационных и описательных шкал и градаций для формального описания (кодирования) исследуемой выборки.

3. Синтез и верификация (оценка степени адекватности) модели.

4. *Если модель адекватна*, то ее использование для решения задач идентификации, прогнозирования и принятия решений, а также для исследования моделируемой предметной области.

Рассмотрим, как реализуются эти этапы на простом наглядном примере, который положен в основу лабораторной работы №1 по дисциплине: “Интеллектуальные информационные системы”, преподаваемой автором в Кубанском государственном аграрном университете. Этот пример интересен тем, что рассматриваемая в нем задача легко решается также и с помощью «естественного интеллекта», что позволяет сравнить результаты его работы с работой автоматизированной интеллектуальной системы и увидеть, как она работает.

Данная задача взята из книги Д.Мичи и Р.Джонстона "Компьютер – творец"[28], (с.205-208), в которой она приводится в качестве примера задачи, решаемой методами искусственного интеллекта. Авторами этой задачи являются Рышард Михальски и Джеймс Ларсон.

Суть этой задачи сводится к тому, чтобы выработать правила, обеспечивающие идентификацию железнодорожных составов и прогнозирование направления их следования на основе их формализованных или вербальных описаний (рисунок 80).

Рисунок 80. Исходные данные по примеру в графическом виде

Выбор данной задачи не накладывает ограничений на выводы, полученные в результате ее исследования. Это обусловлено тем, что она имеет ряд характерных особенностей, наблюдающихся в подобных задачах в самых различных предметных областях. Поэтому ее с полным основанием можно рассматривать как *типовую* для широкого класса задач идентификации и прогнозирования.

[28] См., например: http://www.twirpx.com/file/1174284/

Эти особенности состоят в следующем:

1. Рассматривается ряд объектов (фактов), представляющих в совокупности исследуемую выборку.

2. Каждый из объектов исследуемой выборки представляет собой систему, имеющую сложную многоуровневую структуру признаков (экстенсионально описание).

3. Для каждого из объектов исследуемой выборки известно, к каким обобщенным категориям (классам) он относится (интенсионально описание).

4. Необходимо сформировать модель, обеспечивающую идентификацию объектов по их признакам, т.е. определение их принадлежности к обобщенным классам.

Если признаки и классы относятся к одному времени, то имеет место задача идентификации (распознавания). Если же признаки (факторы, причины) относятся к прошлому, а классы, характеризующие состояния объектов, – к будущему, то это задача прогнозирования. Математически эти задачи не отличаются.

Совокупность экстенсионального и интенсинального описания каждого объекта, по сути, представляет собой его *определение* через подведение под более общее понятие и выделение специфических признаков. Например, так определяется понятие «млекопитающее»: это животное (более общее понятие), выкармливающее своих детей молоком (специфический признак). На основе ряда определений конкретных объектов путем их *обобщения* можно получить определения классов. Если привести в качестве примеров исследуемой выборки множество различных животных, как млекопитающих, так и других, каждый из таких примеров определить множеством признаков и построить модель, то окажется, что наиболее характерным признаком млекопитающих является не наличие шерсти или когтей, а именно вскармливание детенышей молоком.

Первым делом *вручную*[29] преобразуем исходные данные из графической формы, представленной на рисунке 80, в форму Excel-таблицы исходных данных (таблица 24):

---

[29] То, что в данном случае преобразование исходных данных из графической формы в табличную осуществляется *вручную* не является каким-либо ограничением, т.к. нет никаких принципиальных проблем автоматизировать подобное преобразование.

Таблица 24 – Excel-таблица исходных данных

Источ-ник ин-форма	Классификационные шкалы		Описательные шкалы						
Сост-01,ваг-1	ВОСТОК	Состав-01	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует	1 овал
Сост-02,ваг-1	ВОСТОК	Состав-02	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Прямая	2 овала
Сост-03,ваг-1	ВОСТОК	Состав-03	Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Прямая	1 перевернутый треугольник
Сост-04,ваг-1	ВОСТОК	Состав-04	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует	1 квадрат
Сост-05,ваг-1	ВОСТОК	Состав-05	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Прямая	1 овал
Сост-06,ваг-1	ЗАПАД	Состав-06	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует	1 треугольник
Сост-07,ваг-1	ЗАПАД	Состав-07	Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Гофрированная	Отсутствует
Сост-08,ваг-1	ЗАПАД	Состав-08	U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 овал
Сост-09,ваг-1	ЗАПАД	Состав-09	V-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 овал
Сост-10,ваг-1	ЗАПАД	Состав-10	Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Отсутствует	2 прямоугольника
Сост-01,ваг-2	ВОСТОК	Состав-01	Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Отсутствует	1 ромб
Сост-02,ваг-2	ВОСТОК	Состав-02	V-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 прямоугольник
Сост-03,ваг-2	ВОСТОК	Состав-03	Ромбовидная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Прямая	1 треугольник
Сост-04,ваг-2	ВОСТОК	Состав-04	Овальная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Овальная	1 ромб
Сост-05,ваг-2	ВОСТОК	Состав-05	Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Прямая	1 длинный прямоугольник
Сост-06,ваг-2	ЗАПАД	Состав-06	Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Прямая	3 овала
Сост-07,ваг-2	ЗАПАД	Состав-07	U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 треугольник
Сост-08,ваг-2	ЗАПАД	Состав-08	Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Прямая	1 длинный прямоугольник
Сост-09,ваг-2	ЗАПАД	Состав-09	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует	1 прямоугольник
Сост-10,ваг-2	ЗАПАД	Состав-10	U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 прямоугольник
Сост-01,ваг-3	ВОСТОК	Состав-01	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Треугольная	1 треугольник
Сост-02,ваг-3	ВОСТОК	Состав-02	U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 треугольник
Сост-03,ваг-3	ВОСТОК	Состав-03	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует	1 овал
Сост-04,ваг-3	ВОСТОК	Состав-04	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Двойные	Отсутствует	1 треугольник
Сост-05,ваг-3	ВОСТОК	Состав-05	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Двойные	Отсутствует	1 треугольник
Сост-07,ваг-3	ЗАПАД	Состав-07	Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Двойные	Отсутствует	1 овал
Сост-09,ваг-3	ЗАПАД	Состав-09	Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Гофрированная	1 длинный прямоугольник
Сост-01,ваг-4	ВОСТОК	Состав-01	Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Отсутствует	3 квадрата
Сост-04,ваг-4	ВОСТОК	Состав-04	U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 треугольник
Сост-09,ваг-4	ЗАПАД	Состав-09	V-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует	1 овал

Итак, исходные данные по задаче – это Excel-таблица №24.

Процедура преобразования исходных данных в информацию – это анализ данных, состоящий из двух шагов:

– выявление в исходных данных *фактов* или *событий*;

– выявление причинно-следственных связей (зависимостей) между этими событиями.

Фактически для преобразования исходных данных в информацию необходимо:

1. Разработать классификационные и описательные шкалы и градации.

2. С использованием классификационных и описательных шкал и градаций *закодировать исходные данные,* в результате чего получится обучающая выборка, состоящая из *фактов*, представляющих собой примеры в единстве экстенсионального и интенсинального описания.

3. Произвести расчет матриц абсолютных частот, условных и безусловных процентных распределений и матрицы информативностей, отражающей причинно-следственные связи между значениями факторов и принадлежностью объектов к классам.

Таким образом, информация по задаче – это исходные данные плюс классификационные и описательные шкалы и градации, обучающая выборка, а также матрицы частот, процентных распределений и информативностей.

Процедура преобразования информации в знания – это оценка полезности информации для достижения цели.

Значит знания по задаче – это информация плюс цель и оценка степени полезности информации для достижения этой цели.

Знания получаются из информации, когда мы классифицируем будущие состояния объекта управления как желательные (целевые) и нежелательные.

Банк данных – это базы данных плюс система *управления базами данных* (СУБД) (стандартные термины). СУБД – это, по сути, *система управления данными*.

Информационный банк – это информационные базы плюс информационные системы (предлагается стандартизировать эти термины). Информационная система – это, по сути, *система управления информацией*.

Банк знаний – это базы знаний плюс интеллектуальные системы (стандартные термины). Интеллектуальная система – это, по сути, *система управления знаниями*.

Существует очевидная параллель между терминами и понятиями, связанными с данными, информацией и знаниями, наглядно представленная в таблице 25.

Таблица 25 – Параллель между понятиями и терминами, касающимися данных, информации и знаний

Объект	Субъект	Система
База данных (БД)	Система управления базами данных (СУБД)	Банк данных=БД+СУБД
Информационная база (ИБ)	Информационная система **(система управления информационными базами – СУИБ)**	**Информационный банк=ИБ+СУИБ**
База знаний (БЗ)	Интеллектуальная система **(система управления базами знаний – СУБЗ)**	**Банк знаний=БЗ+СУБЗ**

Автор предлагает «узаконить», т.е. стандартизировать термины, отмеченные в таблице 25 **полужирным шрифтом**. Это позволит упорядочить все эти термины в единой стройной системе, построенной на основе соотношения содержания понятий «данные», «информация» и «знания».

Это актуально, т.к. в настоящее время существуют явная путаница в использовании этих понятий, встречающая даже в названиях соответствующих дисциплин: «Управление знаниями», «Интеллектуальные информационные системы», «Представление знаний в информационных системах». Например, дисциплина «Управление знаниями» является *гуманитарной* и в ней изучаются слабо формализованные, не основанные на применении автоматизированных интеллектуальных систем, этапы, формы и методы управления знаниями[30]. Вместе с тем название этой дисциплины явно соотносится с названием дисциплины «Управление данными». Интеллектуальные системы часто некорректно называются интеллектуальными информационными системами, с тем же успехом их можно было бы называть: «Интеллектуальные СУБД», но лучше и правильнее было бы называть их как предложено: «Системы управления базами знаний». Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» соотносится с дисциплиной «Представление знаний в информационных системах», хотя ясно, что они представляются не в информационных, а в интеллектуальных системах. В настоящее время дисциплина «Интеллектуальные информационные системы» по своему содержанию включает «Представление знаний в информационных системах», тогда как из вышеизложенного ясно, что они должны соотносится по своему содержанию также, как СУБД и «Модели баз данных» (в которых обычно преподается лишь одна реляционная модель). Отметим также, что если применить определение знаний к моделям, описываемым в дисциплине «Представление знаний в информационных системах», то обнаруживается, что иногда в ней

[30] Типичные вопросы, изучаемые в этой дисциплине: стратегия управления знаниями предприятия; организационная культура в контексте управления знаниями; измерение интеллектуального капитала; корпоративные знания: как ими управлять; интеграция знаний предприятия; бизнес держится на знаниях, сам того не зная; новые программы корпоративного обучения в среде управления знаниями: опыт зарубежных компаний; менеджмент знаний: подход к внедрению; общепринятых заблуждений об управлении знаниями (knowledge management)

описываются не модели баз знаний, а модели баз данных или информационные модели. В частности это видно на примере семантических сетей, которые, по сути, представляют собой инфологическую модель реляционной базы данных.

По мнению автора дисциплины «Управление знаниями» и «Представление знаний в интеллектуальных системах» по сути, представляют собой две части одной дисциплины и должны отражать не способы управления знаниями различной степени формализации (как в настоящее время), а описание автоматизированных интеллектуальных систем и баз знаний.

Существует дисциплина: «Алгоритмы и структуры данных». Предлагается ввести аналогичные дисциплины: «Алгоритмы и информационные структуры» (в АСК-анализе – это формализация предметной области и синтез модели) и «Алгоритмы структурирования знаний» (по содержанию близко к когнитологии, инженерии знаний, представлению знаний)».

Факт наличия причинно-следственных зависимостей может быть установлен методом хи-квадрат, а ее вид – многофакторным анализом. Однако факторный анализ позволяет обрабатывать данные лишь очень небольших размерностей (по числу факторов) и предъявляет чрезвычайно жесткие требования к наличию полных повторностей всех вариантов сочетаний факторов в исходных данных (т.е. данные не должны быть фрагментарными), что на практике выполнить удается крайне редко.

Поэтому большой интерес представляют другие подходы к решению задачи *выявления в эмпирических данных причинно-следственных зависимостей и их вида, отражения выявленных зависимостей в наглядной графической и аналитической форме.*

Рассмотрим вариант решения этой задачи, развиваемый в СК-анализе и реализованный в системе Эйдос».

Для этого сформулируем *требования* к форме представления данных, информации и знаний, позволяющие оценить *степень их пригодности* для решения задач прогнозирования и принятия решений, а также исследования предметной области (например, кластерного анализа).

Прежде всего, результаты решения вышеперечисленных задач должны быть *инвариантны* относительно:

– *единиц измерения* градаций факторов (признаков);

– *типов шкал*, используемых для формализации классов и факторов (номинальные, порядковые и числовые);

– различных *статистических характеристик исходной выборки:* частотных распределений объектов по классам (обобщенным категориям), частотных распределений градаций факторов, различий в количестве признаков в описаниях объектов исследуемой выборки, различий в суммарном количестве признаков по классам.

Кроме того, форма представления должна обеспечивать решение вышеперечисленных задач с минимальными дополнительными затратами ручного труда, а это значит, что *вся предварительная обработка должна быть максимально автоматизирована*.

Эти требования можно рассматривать и как *критерии* выбора наиболее подходящей для решения вышеперечисленных задач формы представления данных, информации и знаний.

Рассмотрим влияние единиц измерения в исходной выборке на результаты решения задач прогнозирования и принятия решений, а также исследования предметной области (например, кластерного анализа).

Если в исходных данных какие-то значения выражены в больших единицах измерения, то их числовые значения будут малыми, и наоборот, если единицы измерения мелкие, то числовые значения – большие. Большие значения оказывают большее влияние на результаты математической обработки, чем малые, и *это приводит к возникновению зависимости результатов решения задач идентификации, прогнозирования и принятия решений, а также кластерного анализа, от выбранных размерностей исходных данных, что, на взгляд автора, совершенно неприемлемо и указывает на то, что такое решение нельзя признать корректным и даже вообще решением*. По этой же причине некорректно совместно обрабатывать сами исходные данные, представленные в *различных* единицах измерения (натуральных или ценовых), например, складывать расстояния, представленные в километрах и в метрах, а затем прибавлять к ним тонны и кило-

граммы, а затем еще и безразмерные величины. Вроде это очевидно, но, как это ни удивительно, но как показывает опыт на практике это довольно часто делается, а потом еще на основе подобного «анализа» делаются и выводы. Очень странно, что обычно на это *не обращают никакого внимания* при использовании исходных данных, представленных в различных единицах измерения. Например, даже в таких популярных (причем, совершенно заслуженно) системах, как SPSS, в подсистеме кластерного анализа приводятся примеры кластерного анализа над исходными данными, представленными в различных единицах измерения.

Для решения поставленной задачи в АСК-анализе проводится *последовательное повышение степени формализации исходных данных до уровня, обеспечивающего их обработку на компьютере в программной системе.* После выполнения когнитивной структуризации и формализации предметной области осуществляется синтез модели.

Рассмотрим на нашем простом примере, как осуществляется формализация предметной области и преобразование исходных данных в информацию и знания.

В системе «Эйдос» есть подсистема _15, содержащая большое количество различных программных интерфейсов для импорта в систему «Эйдос» исходных данных из внешних баз данных различных стандартов (рисунок 81):

Рисунок 81. Меню выхода на подсистему _15 системы «Эйдос»

Для импорта исходных из таблиц, стандарта таблицы 25 и автоматизированной *формализации предметной области* служит программный интерфейс _152. На рисунке 82 приведен Help этого режима, в котором люъясняются требования к файлу исходных данных (поэтому в тексте мы повторять их не будем), а на рисунке 83 – меню задания параметров импорта данных из внешних баз данных в систему «Эйдос». В первой экранной форме на рисунке 83 задаются параметры преобразования, а на второй приведена таблица, характеризующая модель, которая будет создана в результате применения этих параметров. Если пользователя что-либо не устраивает в этих результатах, то он имеет возможность скорректировать параметры преобразования.

Рисунок 82. Help режима _152 системы «Эйдос»

Рисунок 83. Меню режима _152 задания параметров импорта данных из внешних баз данных в систему «Эйдос»

В результате работы режима _152 системы «Эйдос» на основе заданных параметров модели автоматически формируются справочники классификационных и описательных шкал и градаций номинального (текстового), порядкового (целочисленного) и числового типа (последние – в форме интервальных значений), а также исходная (обучающая) выборка (таблицы 26-30). На шкалах номинально типа определены отношения только тождества и различия. На порядковых шкалах, кроме того, определены отношения больше и меньше между градациями. На числовых шкалах, кроме того, есть начало отсчета и единица измерения и над градациями определены все арифметические операции. Необходимо отметить, что формализация числовых значений в виде интервальных значений является вполне естественной и хорошо обоснованной, т.к. фактически результатом измерения является не просто число, а число, заданное с определенной точностью или погрешностью, т.е. относящееся к некоторому интервалу. Количество интервалов на числовой шкале должно определяться таким образом, чтобы все они были представлены как минимум 5 примерами, что считается минимальной статистикой. Это значит, что если исследуемая выборка мала, то интервалы должны быть велики, и погрешность модели будет вынужденно велика, и наоборот, если по мере увеличения объема исходной выборки интервалы могут быть уменьшены и точность модели возрастает. Иначе говоря, невозможно точно отразить предметную область,

если у нас недостаточно данных. Это можно считать каким-то вариантом теоремы Котельникова об отсчетах[31].

Таблица 26 – Справочник классификационных шкал

KOD	NAME
1	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА
2	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА

Таблица 27 – Справочник классификационных шкал и градаций

KOD	NAME
1	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ВОСТОК
2	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ЗАПАД
3	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-01
4	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-02
5	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-03
6	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-04
7	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-05
8	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-06
9	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-07
10	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-08
11	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-09
12	НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА-Состав-10

Градации второй классификационной шкалы, т.е. все градации с 3-й по 12-ю удалены вручную, т.к. интересует не определение номера состава, а его идентификация с обобщенными образами классов составов идущих на восток и на запад.

Таблица 28 – Справочник описательных шкал

KOD	NAME
1	ФОРМА ВАГОНА
2	ДЛИНА ВАГОНА
3	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА
4	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА
5	ВИД СТЕНОК ВАГОНА
6	ВИД КРЫШИ ВАГОНА
7	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)
8	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ

Восьмая шкала введена *вручную*, т.к. соответствующие признаки являются признаками второго уровня иерархии, если рассматривать состав, как систему, т.е. это не признаки вагонов, а признаки состава в целом.

[31] http://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема%20Котельникова

Таблица 29 – Справочник описательных шкал и градаций

KOD	NAME	Примечание: тип шкалы
1	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	Номинальный (текстовый)
2	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	
3	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	
4	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	
5	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	
6	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	Номинальный (текстовый)
7	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	
8	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-002	Порядковый (целочисленный)
9	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-003	
10	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	Числовой (интервальные значения)
11	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	
12	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	
13	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	
14	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	
15	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	Номинальный (текстовый)
16	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	
17	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная	
18	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	
19	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	
20	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	
21	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	
22	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 длинный прямоугольник	Номинальный (текстовый)
23	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 квадрат	
24	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 овал	
25	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 перевернутый треугольник	
26	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 прямоугольник	
27	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 ромб	
28	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 треугольник	
29	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 овала	
30	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 прямоугольника	
31	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 квадрата	
32	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 овала	
33	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-Отсутствует	

Таблица 30 – Исходная (обучающая) выборка

Код объекта	Наименование объекта	Коды классов	Коды признаков										
33	Состав-01	1	4	7	8	10	11	16	19	24	4	6	9
			16	19	27	4	7	8	10	11	16	21	28
			6	8	12	13	16	19	31	36			
34	Состав-02	1	4	7	8	10	11	16	20	29	2	7	8
			16	19	26	1	7	8	10	16	19	28	35
35	Состав-03	1	4	6	9	14	16	20	25	5	7	8	10

			16	20	28	4	7	8	10	11	16	19	24
			35										
36	Состав-04	1	4	7	8	10	11	16	19	23	3	7	8
			11	16	18	27	4	7	8	10	11	15	19
			1	7	8	10	16	19	28	36			
37	Состав-05	1	4	7	8	10	11	16	20	24	4	6	9
			16	20	22	4	7	8	10	11	15	19	28
			35										
38	Состав-06	2	4	7	8	10	11	16	19	28	4	6	8
			13	16	20	32	34						
39	Состав-07	2	4	6	8	12	13	16	17	33	1	7	8
			16	19	28	4	7	8	10	11	15	19	24
			35										
40	Состав-08	2	1	7	8	10	16	19	24	4	6	9	14
			20	22	34								
41	Состав-09	2	2	7	8	10	16	19	24	4	7	8	10
			16	19	26	4	6	8	12	13	16	17	22
			7	8	10	16	19	24	36				
42	Состав-10	2	4	6	8	12	13	16	19	30	1	7	8
			16	19	26	34							

Обучающая выборка состоит из трех таблиц баз данных:

– первая включает коды объектов выборки и наименование источника данных;

– вторая содержит коды классов, к которым принадлежит объект;

– третья содержит коды признаков объекта.

Первая таблица связана со второй и третьей отношением «один ко многим».

Объекты исходной выборки формируются путем кодирования строк таблицы исходных данных с применением справочников классификационных и описательных шкал и градаций, но при этом могут формироваться и объединенные объекты из строк по классам. Суммарное количество классификационных и описательных шкал, с которым работает режим _152, не ограничено, но на практике составляет не более 256, что связано с ограничением MS Excel 2003. В более поздних версиях MS Excel это ограничение снято, но из них исключен XLS-DBF-конвертер. Нет никаких принципиальных проблем снять все эти ограничения и путем разработки небольших специализированных программ, объединяющих листы MS Excel (что и делалось при необходимости автором) или использования имеющихся конвертеров. Суммар-

ное количество градаций классификационных шкал, как и градаций описательных шкал в текущей версии системы «Эйдос» ограничено 4000, но в будущих версиях это ограничение *планируется* снять.

Справочники классификационных и описательных шкал и градаций и исходные данные, закодированные с их использованием и образующие обучающую выборку, *рассматриваемые совместно* представляют собой *результат формализации предметной области*.

После формализации предметной области осуществляется синтез и верификация (оценка достоверности) модели, а также повышение ее эффективности [7]. Синтез модели включает расчет на основе эмпирических данных, представленных в исследуемой выборке, следующих матриц (таблицы 31, 32, 33):

– матрицы абсолютных частот (большинство статических систем этим и ограничиваются);

– матрицы условных и безусловных процентных распределений (в некоторых системах это также делается);

– матрицы информативностей или матрицы знаний (что осуществляется только в АСК-анализе).

Таблица 31 – Матрица абсолютных частот

Код	Наименование	Восток	Запад	Сумма
1	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	2	3	5
2	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	1	1	2
3	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	1		1
4	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	11	8	19
5	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	1		1
6	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	4	5	9
7	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	13	8	21
8	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-002	14	12	26
9	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-003	3	1	4
10	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	11	6	17
11	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	9	2	11
12	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	1	3	4
13	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	1	4	5
14	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	1	1	2
15	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	2	1	3
16	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	15	11	26
17	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		2	2
18	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	1		1
19	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	10	9	19

20	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	5	2	7
21	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	1		1
22	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 длинный прямоугольник	1	2	3
23	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 квадрат	1		1
24	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 овал	3	4	7
25	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 перевернутый треугольник	1		1
26	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 прямоугольник	1	2	3
27	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 ромб	2		2
28	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 треугольник	5	2	7
29	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 овала	1		1
30	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 прямоугольника		1	1
31	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 квадрата	1		1
32	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 овала		1	1
33	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-Отсутствует		1	1
34	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-2		3	3
35	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-3	3	1	4
36	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-4	2	1	3
	Кол-во объектов обуч.выборки	5	5	10

Матрица абсолютных частот (таблица 31) по сути, является корреляционной матрицей или таблицей сопряженности[32].

Рассмотрим, используя вышеперечисленные критерии, в какой степени эти матрицы *пригодны* для решения задач прогнозирования и принятия решений, а также исследования предметной области (например, кластерного анализа) и какую работу необходимо выполнять вручную и автоматизировать, чтобы повысить их пригодность для этого.

Матрица абсолютных частот отражает, сколько раз каждая градация факторов встречается у объектов каждого класса.

Проблема размерностей при расчете матрицы абсолютных частот решается тем, что *сами размерные исходные данные с использованием шкал различных типов (номинальных, порядковых и числовых) заменяются на факты их встречи*, т.е. на частоты встреч тех или иных их *интервальных значений* в различных группах, соответствующих классам. Фактом является наблюдение определенного экстенсионального значения (признака, градации фактора) у объекта исходной выборки, относящегося к некоторой интенсиональной категории (классу).

Однако вышеперечисленные задачи решать на основе абсолютных частот можно только в том случае, если по каждому

[32] См.: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Таблица%20сопряженности

классу в исходных данных было приведено *одинаковое* количество примеров, что на практике встречается крайне редко и является трудно достижимым при сборе исходных данных, за исключением случая жестко спланированного управляемого эксперимента (обычно очень небольшой размерности). Можно, конечно, вручную учитывать это различие, однако реально это возможно сделать только на моделях очень небольшой размерности и требует специальных усилий (работы).

Чтобы результаты решения вышеперечисленных задач *не зависели* от количества примеров по разным классам (т.е. были *инвариантны* относительно формы частотных распределений примеров по классам, частотного распределения признаков и др.), а также от количества признаков у объектов обучающей выборки, можно с помощью формул (1) перейти от матрицы абсолютных частот к матрице условных и безусловных процентных распределений (матрице *относительных* частот или частостей[33]) (таблица 32).

$$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_i};\ N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij}; \qquad (1)$$

где:

N_{ij} – суммарное количество наблюдений факта: "действовал *i-й* фактор и объект перешел в *j-е* состояние";

N_i – суммарное количество встреч *i-го* фактора у всех объектов;

W – количество классов (мощность множества будущих состояний объекта управления).

Таблица 32 – Матрица условных и безусловных процентных распределений (СИМ-2)

Код	Наименование	В группе: «Восток»	В группе: «Запад»	По всей выборке
1	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	40,0	60,0	50,0
2	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	20,0	20,0	20,0
3	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	20,0		10,0
4	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	220,0	160,0	190,0
5	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	20,0		10,0

[33] **Частота** (абсолютная частота) – количество элементов совокупности, которые имеют данное значение признака. **Частость** (относительная частота) – отношение частоты к общему количеству исследуемых элементов, т.е. объему совокупности.

6	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	80,0	100,0	90,0
7	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	260,0	160,0	210,0
8	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-002	280,0	240,0	260,0
9	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-003	60,0	20,0	40,0
10	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	220,0	120,0	170,0
11	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	180,0	40,0	110,0
12	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	20,0	60,0	40,0
13	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	20,0	80,0	50,0
14	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	20,0	20,0	20,0
15	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	40,0	20,0	30,0
16	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	300,0	220,0	260,0
17	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		40,0	20,0
18	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	20,0		10,0
19	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	200,0	180,0	190,0
20	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	100,0	40,0	70,0
21	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	20,0		10,0
22	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 длинный прямоугольник	20,0	40,0	30,0
23	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 квадрат	20,0		10,0
24	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 овал	60,0	80,0	70,0
25	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 перевернутый треугольник	20,0		10,0
26	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 прямоугольник	20,0	40,0	30,0
27	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 ромб	40,0		20,0
28	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 треугольник	100,0	40,0	70,0
29	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 овала	20,0		10,0
30	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 прямоугольника		20,0	10,0
31	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 квадрата	20,0		10,0
32	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 овала		20,0	10,0
33	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-Отсутствует		20,0	10,0
34	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-2		60,0	30,0
35	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-3	60,0	20,0	40,0
36	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-4	40,0	20,0	30,0
	Кол-во объектов обуч.выборки	5	5	10

При неограниченном увеличении объема выборки частости стремятся (сходятся) к теоретическим вероятностям, как своим пределам, поэтому частости можно считать эмпирическими вероятностями. Способ, которым частости приближаются к вероятностям, называется *сходимостью* модели. В системе «Эйдос» реализован специальный режим, позволяющий исследовать *сходимость модели*, в том числе *скорость сходимости* и погрешность различия частости и вероятности при различных объемах исследуемой выборки. Учитывая все это при достаточно больших выборках, по мнению авторов, допустимо вместо термина «частость» использовать термин «условная вероятность», тем более

что в аналитических выражениях обычно оперируют именно вероятностями[34].

Однако и при решении вышеперечисленных задач на основе матрицы условных и безусловных процентных распределений приходится *вручную осуществлять сравнение* условных относительных частот, является определенной *работой* и реально возможно только на моделях очень малой размерности и требует довольно больших специальных усилий. Поэтому есть смысл *автоматизировать* и это сравнение, так, чтобы в нашем распоряжении была матрица, содержащая уже сами *результаты* сравнения условных относительных частот в количественной форме.

Для того чтобы реализовать эту автоматизацию необходимо *выбрать базу сравнения и способ сравнения*, т.е. ответить на два вопроса:

– *с чем сравнивать* условные относительные частоты: друг с другом или с безусловными частотами;

– *каким способом сравнивать* условные относительные частоты: с помощью вычитания или с помощью деления.

Если в модели есть всего два класса, то можно сравнивать условные относительные частоты как друг с другом, так и с безусловными частотами, т.к. это одинаково как по трудоемкости (затрачиваемым вычислительным ресурсам), так и по результатам сравнения. Если же в модели хотя бы три класса, то уже возникают определенное затруднения в том, как сравнить условные процентные распределения по ним, а если их сотни или тысячи, то это становится даже в теоретическом плане непонятным. Поэтому в [7] предлагается *использовать* ***в качестве базы для сравнения (нормы)*** *условных относительных частот их взвешенное среднее по всей исследуемой выборке или безусловные частоты* (2):

$$I_{ij} = Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i} \qquad (2)$$

где:

[34] Процентные распределения отличаются от вероятностных тем, что вероятности умножены на 100.

– P_{ij} – вероятность перехода объекта в *j-е* состояние при условии действия на него *i-го* значения фактора;

– P_i – вероятность наблюдения *i-го* значения фактора по всей выборке;

Подставим в выражение (2), представляющее собой вариант формулы А.Харкевича, значения вероятностей, выраженные через фактически наблюдаемые абсолютные частоты из (3)

$$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j};\ P_i = \frac{N_i}{N};\ N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij};\ N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij};\ N = \sum_{i=1}^{W}\sum_{j=1}^{M} N_{ij} \qquad (3)$$

где:

W – количество классов (мощность множества будущих состояний объекта управления)

M – максимальный уровень сложности смешанных состояний объекта управления;

N_{ij} – суммарное количество наблюдений факта: "действовал *i-й* фактор и объект перешел в *j-е* состояние";

N_j – в СИМ-1 (семантической информационной модели) суммарное количество встреч различных факторов у объектов, перешедших в *j-е* состояние;

N_i – в суммарное количество встреч *i-го* фактора у всех объектов;

N – суммарное количество встреч различных факторов у всех объектов.

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}N}{N_i N_j}\right) \qquad (4)$$

Выражение (4) дает количество информации о принадлежности объекта к *j-му* классу, если он обладает *i-м* признаком, выраженное через абсолютные частоты из таблицы 8.

Это решение, приводящее к выражению (2), соответствует принятому в статистике методу средних и отклонений от средних и представляет собой косвенное или опосредованное *сравнение* условных процентных распределений друг с другом, т.к. база сравнения рассчитывается с их использованием.

Кроме того, важно отметить, что получающееся в результате этого выражение (4) для количества информации *тождественно* выражению (6), получающемуся путем сравнения фактически на-

блюдаемой абсолютной частоты встреч признака в определенной группе (классе) с теоретически ожидаемой частотой его наблюдения по методу хи-квадрат [7][35], т.е. если принять, что:

N_{ij} – *фактическое* количество встреч *i-го* признака у объектов *j-го* класса;

T_{ij} – *теоретически* ожидаемое количество встреч *i-го* признака у объектов *j-го* класса:

$$T_{ij} = \frac{N_i N_j}{N} \tag{5}$$

Подставив выражение (4) в (3) получаем:

$$I_{ij} = Log_2\left(\frac{N_{ij}}{T_{ij}}\right) \tag{6}$$

или:

$$I_{ij} = Log_2(N_{ij}) - Log_2(T_{ij}) \tag{7}$$

Что касается вопроса о том, вычитание или деление для этого сравнения использовать, то этот вопрос не является принципиальным, т.к. различие между вычитанием и делением сводится к выбору *единиц измерения* результатов сравнения: если взять логарифм от *отношения*, то получится *разность* логарифмов делимого и делителя.

Из выражения (6) для количества знаний следует:

$$\begin{cases} если\ N_{ij} < T_{ij}\ то\ \chi^2_{ij} < 0, I_{ij} < 0 \\ если\ N_{ij} = T_{ij}\ то\ \chi^2_{ij} = 0, I_{ij} = 0 \\ если\ N_{ij} > T_{ij}\ то\ \chi^2_{ij} > 0, I_{ij} > 0 \end{cases}$$

Если фактическая вероятность наблюдения i-го признака при предъявлении объекта j-го класса равна теоретически ожидаемой (средней), то наблюдение этого признака не несет никакой информации о принадлежности объекта к данному классу. Если же она выше средней – то это говорит в пользу того, что предъявлен объект данного класса, если же ниже – то другого.

Поэтому *наличие статистической связи (информации)* между признаками и классами распознавания, т.е. отличие

[35] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/3.4.htm

вероятностей их совместных наблюдений от предсказываемого в соответствии со случайным нормальным распределением, *приводит к увеличению фактической статистики* χ^2 *по сравнению с теоретической величиной.*

В работе [7, раздел 3.4][36] предлагается основанная на выражении (6) и вышеприведенной интерпретации мера количества знаний в базе знаний, представляющая собой *количественную меру степени выраженности закономерностей в предметной области:*

$$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(M \cdot W - 1)} \sum_{j=1}^{W} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}\right)^2} \qquad (8)$$

где:

$\bar{I} = \frac{1}{M \cdot W} \sum_{j=1}^{W} \sum_{i=1}^{M} I_{ij}$ – *средняя информативность признаков* по матрице информативностей (при увеличении объема выборки *стремится к нулю*).

Значение данной меры показывает среднее отличие количества информации в факторах о будущих состояниях активного объекта управления от среднего количества информации в факторе (которое при больших выборках близко к 0). По своей математической форме эта мера сходна с мерами для значимости факторов и степени сформированности образов классов и коррелирует с *объемом* когнитивного пространства классов и пространства атрибутов.

Интересно отметить, что в американском Internet-ресурсе[37]

HERITAGE PROVIDER NETWORK HEALTH PRIZE

предлагается следующая метрика для оценки достоверности модели (качества алгоритма):

$$z = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i}^{n} [\log(p_i - 1) - \log(a_i + 1)]^2} \qquad (9)$$

Where:

1. *i* is a member;
2. *n* is the total number of members;

[36] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/3.4.htm
[37] http://www.heritagehealthprize.com/c/hhp/Details/Rules

3. *p* is the predicted number of days spent in hospital for member i in the test period;
4. *a* is the actual number of days spent in hospital for member i in the test period.
5. log is the *natural* logarithm function.

Эта метрика (количественная мера) весьма сходна с выражением (8) из работы [7] и, по существу, содержит под квадратным корнем сумму квадратов выражения (7), если считать, что теоретически ожидаемое значение величины – это и есть ее прогнозируемое значение:

$$\varepsilon = \sqrt[2]{\frac{1}{n}\sum_{ij}^{n}\left[Log_2\left(N_{ij}\right) - Log_2\left(T_{ij}\right)\right]^2} \qquad (10)$$

Если переписать выражение (9) с учетом вышесказанного и выражения (7), то получим:

$$\varepsilon = \sqrt[2]{\frac{1}{n}\sum_{ij}^{n} I_{ij}^2} \qquad (11)$$

Выражение (11) практически совпадает с выражением (8) из работы автора [7] (изданной в 2002 году), если учесть, что при увеличении объема выборки среднее по I_{ij} *стремится к нулю*. Это значит, что информационная мера сходства, используемая в АСК-анадизе и системе «Эйдос», тесно связана с энтропийной мерой сходства.[38]

Переход от матрицы абсолютных частот к матрице условных и безусловных процентных распределений обеспечивает инвариантность результатов решения вышеперечисленных задач от формы частотного распределения примеров по классам и признаков по объектам обучающей выборки, однако при этом не решается вопрос о зависимости этих результатов от *размерностей* различных градаций факторов (признаков) и типов шкал, используемых для формализации факторов.

[38] См.: http://yandex.ru/yandsearch?text=энтропийная%20мера%20сходства , http://www.mce.su/eng/archive/mce14/sect283/authors/person2421/doc12304/ и др.

Проблему размерностей можно было бы решить, перейдя к *стандартизированным величинам*[39] или отношениям условных и безусловных вероятностей. Например, *формулу Байеса*[40] можно рассматривать как дающую количественную оценку степени влияния фактора на наступление некоторого события. Отношение условной вероятности наблюдения некоторого значения фактора в группе (классе) к безусловной вероятности его наблюдения по всей исследуемой выборке также можно рассматривать как количественную меру силы и направления его влияния на переход объекта в состояние, соответствующее классу, т.е. как количественную оценку силы и направления причинно-следственной связи между ними.

Возникает вопрос о том, каким образом формально описать влияние на объект не отдельных значений факторов, а всей их системы. Для того чтобы это сделать введем понятие частных критериев и интегрального критерия.

Частным критерием будем называть выраженное в количественной форме влияние отдельного значения фактора на переход объекта в различные состояния.

Это значит, что отношение условной вероятности наблюдения некоторого значения фактора в группе (классе) к безусловной вероятности его наблюдения по всей исследуемой выборке можно, рассматривать как частный критерий.

Тогда, если значение фактора *способствует* переходу объекта в некоторое состояние, то отношение условной вероятности наблюдения этого значения фактора в группе (классе), соответствующей данному состоянию, будет *больше* безусловной вероятности его наблюдения по всей исследуемой выборке и этот критерий будет иметь значение больше 1.

Если значение фактора *препятствует* переходу объекта в некоторое состояние, то отношение условной вероятности наблюдения этого значения фактора в группе (классе), соответствующей данному состоянию, будет *меньше* безусловной вероят-

---

[39] При стандартизации вектора каждая его координата заменяется на отношение ее разности со средним по всем координатам к среднеквадратичному отклонению координат от среднего.

[40] http://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема%20Байеса

ности его наблюдения по всей исследуемой выборке и этот критерий будет иметь значение меньше 1.

Если же значение фактора *никак не влияет на* переход объекта в некоторое состояние, то отношение условной вероятности наблюдения этого значения фактора в группе (классе), соответствующей данному состоянию, будет *равно* безусловной вероятности его наблюдения по всей исследуемой выборке и этот критерий будет иметь значение равное 1.

Интегральным критерием будем называть некоторое аналитическое выражение от частных критериев, которое количественно отражает силу влияния *системы факторов* на переход объекта в различные состояния.

Моделируемый объект является *линейным*, если результат совместного действия на него совокупности факторов является *суммой* результатов влияния на него каждого из этих факторов в отдельности, т.е. выполняется *принцип суперпозиции*[41] факторов. Чем меньше интенсивность взаимодействия между факторами в объекте, *тем ближе система факторов к множеству* [7] и тем ближе объект к линейному. Таким образом, для линейных объектов можно обоснованно считать, что взаимодействие между факторами в этих объектах отсутствует, т.е. по сути можно считать, что на них действует не система факторов, а множество факторов.

Для *линейных* объектов интегральный критерий, отражающий совместное влияние факторов на объект, можно представить в форме *суммы* влияния каждого из этих факторов в отдельности, т.е. в форме суммы частных критериев, т.е. для линейных объектов оправданно и обоснованно использовать *аддитивный интегральный критерий*.

Приведенные выше количественные меры силы и направления причинно-следственных связей очень неудобны для использования подобных в качестве частных критериев, в основном потому, что в случае *отсутствия* влияния фактора они равны 1. В результате в аддитивном интегральном критерии будет присутствовать некое слагаемое, равное количеству недействующих фак-

[41] http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Суперпозиции%20принцип/

торов, и для каждого класса это слагаемое будет свое. В результате подобный интегральный критерий окажется просто непригодным для оценки влияния совокупности факторов на поведение объекта.

Поэтому эти частные критерии необходимо *нормировать* так, чтобы в случае отсутствия влияния он принимали значение равное нулю, а не единице. Есть много вариантов осуществить подобную нормировку, из которых наиболее очевидными являются:

– вычесть 1 из отношения условной вероятности к безусловной;

– взять логарифм от отношения условной вероятности к безусловной.

Первый вариант нормировки приводит к показателям типа ROI [42] (количественная оценка степени полезности инвестиций) и различным его обобщениям.

Второй вариант сразу приводит к семантической мере целесообразности информации А.Харкевича. Из этих вариантов для количественной оценки степени полезности информации для достижения целей по мнению автора предпочтительным является применение меры А.Харкевича [7]. Это связано с тем, что использование логарифма в этой мере позволяет привлечь огромный пласт научных понятий, связанных с данными, информацией и знаниями, что является для нас очень ценным.

Очень важно, что этот подход позволяет автоматически решить проблему сопоставимой обработки многих факторов, измеряемых в различных единицах измерения, т.к. в этом подходе рассматриваются не сами факторы, какой бы природы они не были и какими бы шкалами не формализовались, а количество информации, которое в них содержится о поведении моделируемого объекта (таблица 33):

[42] http://ru.wikipedia.org/wiki/ROI

Таблица 33 – Матрица информативностей (база знаний) в миллибитах[43] (СИМ-2)

Код	Наименование	В группе: «Восток»	В группе: «Запад»	Дискриминантная сила признака
1	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	-322	263	414
2	ФОРМА ВАГОНА-V-образная			
3	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	1000		707
4	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	212	-248	325
5	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	1000		707
6	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	-170	152	228
7	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	308	-392	495
8	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-002	107	-115	157
9	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-003	585	-1000	1121
10	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	372	-503	618
11	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	710	-1459	1534
12	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	-1000	585	1121
13	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	-1322	678	1414
14	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}			
15	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	415	-585	707
16	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	206	-241	316
17	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		1000	707
18	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	1000		707
19	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	74	-78	107
20	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	515	-807	935
21	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	1000		707
22	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 длинный прямоугольник	-585	415	707
23	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 квадрат	1000		707
24	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 овал	-222	193	293
25	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 перевернутый треугольник	1000		707
26	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 прямоугольник	-585	415	707
27	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 ромб	1000		707
28	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 треугольник	515	-807	935
29	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 овала	1000		707
30	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 прямоугольника		1000	707
31	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 квадрата	1000		707
32	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 овала		1000	707
33	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-Отсутствует		1000	707
34	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-2		1000	707
35	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-3	585	-1000	1121
36	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-4	415	-585	707
	Средне-квадратичное отклонение	594	608	

[43] Использование миллибитов оправдано тем, что это позволяет лучше использовать разрядную сетку за счет отсутствия ведущего нуля и десятичной точки.

Справочники классификационных и описательных шкал и градаций и исходные данные, закодированные с их использованием и образующие обучающую выборку, представляют собой *результат формализации предметной области и рассматриваемые совместно* с матрицей информативностей, в соответствии с терминологией, предлагаемой в таблице 25, являются уже не базой данных, а ***информационной базой***.

Если же среди классов выделить целевые и нежелательные, то таблица 33 может рассматриваться уже как ***база знаний***, т.к. содержит количественные оценки степени полезности (и вредности) информации для достижения целей.

Для расчета таблицы 33 используется СИМ-2, в которой N_j представляет собой суммарное количество встреч объектов, относящихся к *j-му* классу. Численные эксперименты показали незначительное отличие СИМ-1 от СИМ-2, но в данной статье в численном примере используется СИМ-2, как более наглядная.

После синтеза модели обязательно осуществляется ее верификация, т.е. измеряется ее достоверность (валидность, адекватность). Обычно это делают, решая различные задачи с помощью созданной модели и оценивая качество их решения. Это могут быть задачи распознавания (идентификации и прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования предметной области.

Идентификация – это количественная оценка степени сходства конкретного объекта или его состояния с классом по признакам, которые относятся к тому же моменту времени, что и состояние. Прогнозирование – количественная оценка степени сходства конкретного объекта или его состояния с классом по признакам, причем признаки относятся к более раннему времени, чем состояние. Различие в математической модели алгоритмах решения задач идентификации и прогнозирования минимальны.

Обычно достоверность модели оценивается путем оценки качества решения задачи идентификации, как наиболее простых. При этом могут использоваться различные подходы к выбору объектов для синтеза модели и для идентификации:

1. Простейшим вариантом является использование всех объектов исследуемой выборки как для синтеза модели, так и для ее

верификации. Этот подход дает несколько завышенную оценку достоверности модели.

2. Бутстрепный метод предполагает использование одной части объектов исследуемой выборки для синтеза модели, а другой для ее верификации. Причем способов разделения исследуемой выборки на эти две части также существует много. Объекты, на которых проверяется достоверность модели, исключаются из выборки, на основе которой она создается, чтобы исключить их влияние на создаваемую модель. Успешность идентификации таких объектов означает, что закономерности взаимосвязи между признаками объектов и их принадлежностью к классам, выявленные на исследуемой выборке, действуют и для этих объектов. Необходимо отметить, что *относительное влияние новых объектов на модель уменьшается с увеличением объема выборки, поэтому при больших объемах выборки вполне оправдано использовать первый подход, а бутстрепный метод актуален только на малых выборках*.

3. Наиболее серьезная и убедительная проверка достоверности модели осуществляется когда для синтеза модели используется обучающая выборка, а для оценки достоверности модели *новые* данные, которых вообще не существовало на момент синтеза модели.

В системе «Эйдос» реализованы возможности для всех этих методов верификации модели. Измерение достоверности созданной модели путем оценки качества решения задачи идентификации, т.е. численная оценка эмпирической вероятности ошибок не идентификации и ошибки ложной идентификации как в целом по всей выборке, так и в разрезе по каждому классу распознавания, показало, что модель имеет 100% достоверность (рисунок 84):

Если модель адекватна, т.е. верно отражает моделируемую предметную область, то исследование этой модели корректно считать исследованием самой моделируемой предметной области. Исследование модели включает кластерно-конструктивный анализ классов и факторов, семантические сети, когнитивные диаграммы, классические и обобщенные (интегральные) когнитивные карты, нелокальные нейроны, когнитивные функции и т.д. Всего система «Эйдос» генерирует более 62 текстовых форм и более 55 видов различных графических форм, лишь нескорые

из которых имеют аналоги в MS Excel. Вопросы исследования моделей в АСК-анализе подробно освещены в монографиях и статьях авторов [3-190][44].

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 10 (100% для п.15)
Всего логических анкет: 10

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 44.459%
5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 21.773%
6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.000%
7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 0.000%
8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 22.686%

9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 100.000%
10. Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 5.000 (100% для п.11 и п.12)
Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 5.000 (100% для п.13 и п.14)
Всего физических анкет: 10.000 (100% для п.15)
11. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 5.000, т.е. 100.000%
12. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 0.000, т.е. 0.000% (Ошибка 1-го рода)
13. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 0.000, т.е. 0.000% (Ошибка 2-го рода)
14. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 5.000, т.е. 100.000%

15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу (%): 50.000
16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (раз): 2.000
17. Обобщенная достоверность модели (Д1+Д2)/2: 100.000%. Обобщенная ошибка (Е1+Е2)/2: 0.000%

23-05-11 08:20:35 г.Краснодар

N п/п	Код класса	Наименование класса	Кол-во лог.анк. дейст-но относя-щихся к классу	Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных или не отнесенных к классу				Вероятн. случай-ного угадыва-ния (%) =NLA/NFA	Эффектив модели по срав. со случ. угадыв. (раз)
				Правиль. отнесен.	Ошибочно не отнес	Ошибочно отнесен.	Правиль. не отнес		
1	2	3	10	11	12	13	14	15	16
1	1	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ВОСТОК	5	5	0	0	5	50.000	2.000
2	2	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ЗАПАД	5	5	0	0	5	50.000	2.000
		Ср.взв.значения	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	50.000	2.000

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП *ЭЙДОС*

Рисунок 84. Выходная форма системы «Эйдос» с оценкой достоверности модели

Решение задачи идентификации осуществляется в АСК-анализе и системе «Эйдос» на основе леммы Неймана-Пирсона[45] следующим образом [7]. ***Количество информации в признаке о принадлежности обладающего им объекта к классу, рассматривается как частный критерий***. Если известно, что у объекта не один признак, а система признаков, то считается что ***интегральным критерием***, дающим количественную оценку степени принадлежности (или непринадлежности) данного объекта к классам, ***является суммарное количество информации об этом, содержащееся в его системе частных критериев, т.е. признаков*** (1):

[44] Ссылки на эти работы есть на сайте автора: http://lc.kubagro.ru/

[45] Из ряда гипотез предпочтительной является та, в пользу которой больше информации.

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i, \tag{7}$$

где:

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор *j–го* состояния объекта управления (*j-го* класса), координаты которого, т.е. частные критерии, рассчитываются согласно выражения (4);

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния предметной области, включающий все виды факторов, характеризующих объект управления, возможные управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, \textit{если } i-\textit{е значениефактора встречается } 1 \textit{раз}; \\ n, \textit{если } i-\textit{е значениефактора встречается } n \textit{ раз}; \\ 0, \textit{если } i-\textit{е значениефактора не встречается}. \end{cases}$$

В реализованной модели значения координат вектора состояния предметной области (объекта обучающей или распознаваемой выборки) принимались равными либо равным 1 (фактор действует), либо равным 0 (фактор не действует).

Таким образом, интегральный критерий (1) представляет собой суммарное количество информации, содержащееся в факторах различной природы (т.е. факторах характеризующих объект управления, управляющее воздействие и окружающую среду) о переходе активного объекта управления в целевое состояние [7]. Важно отметить, что предложенный интегральный критерий имеет *неметрическую* природу (он представляет собой скалярное произведение векторов класса и объекта[46]) и поэтому его применение корректно[47] в неортонормированном пространстве с неевклидовой метрикой, каким, как правил и является когнитивное пространство, построенное на классификационных шкалах, как

[46] http://ru.wikipedia.org/wiki/Скалярное%20произведение

[47] В отличие, например от Евклидова расстояния, которое чаще всего применяется на практике даже без проверки пространства на ортонормированность, не говоря уже о проверке метрики на евклидовость, т.е. некорректно. Поэтому если эта мера работает успешно, то только потому, что случайно повезло.

осях[48]. Кроме того, данный интегральный критерий по своей математической форме *совпадает* с аргументом активационной функцией нейрона[49] в нейронных сетях, если интерпретировать весовые коэффициенты на рецепторах как количество информации в соответствии с выражением (4) [7].

На рисунке 85 представлены некоторые экранные формы результатов идентификации:

Рисунок 85. Примеры экранных форм результатов идентификации в системе «Эйдос»

---

[48] Когнитивное пространство может быть построено и на описательных шкалах, как осях, а также на сочетании одной классификационной и нескольких описательных шкал [см. 7, раздел 7.14]: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/7.14.htm

[49] http://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный%20нейрон

Интегральный критерий (7) имеет и другую интерпретацию: как весовой коэффициент при разложении вектора идентифицируемого объекта в ряд по векторам классов [7, раздел 3.5][50].

Задача принятия решений является *обратной* задачей по отношению к задаче идентификации и прогнозирования, т.е. если при прогнозировании по значениям факторов определяется степень принадлежности объектов к классам, то при принятии решений – наоборот, по заданному целевому состоянию (классу) вырабатываются рекомендации по системе факторов, которые обусловливают переход системы в состояние, соответствующее этому классу.

В интеллектуальной системе «Эйдос» есть много различных выходных форм, содержащих результаты решения задачи принятия решений: нелокальные нейроны, информационные портреты и другие.

Информационный портрет класса – это список факторов, ранжированных в порядке убывания силы их влияния на переход объекта управления в состояние, соответствующее данному классу. Информационный портрет класса отражает систему его детерминации. Генерация информационного портрета класса представляет собой решение обратной задачи прогнозирования, т.к. при прогнозировании по системе факторов определяется спектр наиболее вероятных будущих состояний объекта управления, в которые он может перейти под влиянием данной системы факторов, а в информационном портрете наоборот, по заданному будущему состоянию объекта управления определяется система факторов, детерминирующих это состояние, т.е. вызывающих переход объекта управления в это состояние. В начале информационного портрета класса идут факторы, оказывающие положительное влияние на переход объекта управления в заданное состояние, затем факторы, не оказывающие на это существенного влияния, и далее – факторы, препятствующие переходу объекта управления в это состояние (в порядке возрастания силы препятствования). Информационные портреты классов могут быть от *отфильтрованы* по диапазону факторов, т.е. мы можем отобразить влияние на переход объекта управления в данное состояние

[50] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/3.5.htm

не всех отраженных в модели факторов, а только тех, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным описательным шкалам.

Информационные портреты классов: «Восток» и «Запад» приведены в таблицах 34 и 35.

Таблица 34 – Информационный портрет класса: «Восток»

NUM	KOD	NAME	INFBIT
1	3	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	0,10415
2	5	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	0,10415
3	18	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	0,10415
4	21	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	0,10415
5	23	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 квадрат	0,10415
6	25	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 перевернутый треугольник	0,10415
7	27	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 ромб	0,10415
8	29	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 овала	0,10415
9	31	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 квадрата	0,10415
10	11	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	0,06710
11	9	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-003	0,05103
12	35	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-3	0,05103
13	20	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	0,04202
14	28	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 треугольник	0,04202
15	15	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	0,02928
16	36	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-4	0,02928
17	10	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	0,02377
18	7	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	0,01560
19	4	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	0,00324
20	16	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	0,00259
21	8	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-002	-0,01015
22	19	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	-0,01436
23	2	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	-0,02383
24	14	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	-0,02383
25	6	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	-0,04558
26	24	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 овал	-0,05229
27	1	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	-0,06503
28	22	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 длинный прямоугольник	-0,09870
29	26	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 прямоугольник	-0,09870
30	12	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	-0,15181
31	13	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	-0,19301

Таблица 35 – Информационный портрет класса: «Запад»

NUM	KOD	NAME	INFBIT
1	17	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная	0,15535
2	30	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-2 прямоугольника	0,15535
3	32	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-3 овала	0,15535
4	33	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-Отсутствует	0,15535
5	34	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-2	0,15535
6	13	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	0,11415
7	12	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	0,10223
8	22	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 длинный прямоугольник	0,08049

9	26	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 прямоугольник	0,08049
10	1	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	0,06103
11	24	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 овал	0,05203
12	6	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	0,04682
13	2	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	0,02737
14	14	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	0,02737
15	19	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	0,01739
16	8	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-002	0,01259
17	16	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	-0,00347
18	4	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	-0,00436
19	7	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	-0,02284
20	10	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	-0,03694
21	15	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	-0,04749
22	36	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-4	-0,04749
23	20	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	-0,07595
24	28	ВИД ГРУЗА (КОЛ-ВО И ВИД)-1 треугольник	-0,07595
25	9	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-003	-0,10061
26	35	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ-3	-0,10061
27	11	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	-0,15941

Из приведенных в таблицах 34 и 35 информационных портретов обобщенных образов классов «Восток» и «Запад» видно, что система искусственного интеллекта выявила на основе приведенных примеров (рисунок 80) наиболее характерные и наиболее нехарактерные признаки этих категорий, которые выявил бы и естественный интеллект. Очень важно отметить, что в данном случае (т.е. в случае применения АСК-анализа и системы «Эйдос») *результаты работы искусственного интеллекта понятны и естественны для естественного интеллекта эксперта*. При применении систем искусственного интеллеката так удачно это бывает далеко не всегда.

С другой стороны искусственный интеллект способен выявлять знания из эмпирических данных *очень большой размерности*, на столько большой, что человеку не хватит и нескольких жизней, чтобы хотя бы только их прочитать, если тратить на чтение весь рабочий день, не говоря уже о выявлении в них каких-то закономерностей или знаний [18].

Кроме того, искусственный интеллект выявляет знания в *количественной* форме, тогда как естественный, только на качественном уровне и в слабо-формализованном виде.

Если мы ставим перед собой цель найти поезд, идущий на запад по его признакам, то эта степень характерности признаков (т.е. количество информации, которое в них содержится о том, что поезд идет на запад или на восток) превращается в знания, позволяющие нам достичь цели, которую мы ставим.

Если проанализировать признаки, содержащиеся в таблицах 34 и 35, сравнив содержащееся в них количество информации о принадлежности или непринадлежности обладающих ими объектов к тем или иным классам, то можно условно разделить их на три основных группы:

– *детерминистские*, содержащие очень большое количество информации;

– *статистические*, содержащие среднее количество информации;

– *практически бесполезные*, содержащие очень малое количество информации.

Числовые шкалы формализуются а системе «Эйдос» в виде интервальных значений, которые нумеруются от минимального значения к максимальному. Для удобства пользователей в наименования градаций числовых шкал, как классификационных, так и описательных, включены условные обозначения номера интервального значения типа: 1/5, что означает: «Первое интервальное значение из пяти».

Необходимо также отметить, что представление о полностью линейных объектах (системах) является абстракцией и реально все объекты являются принципиально нелинейными. Вместе с тем для большинства систем нелинейные эффекты можно считать эффектами второго и более высоких порядков и такие системы *в первом приближении* можно считать линейными. Возможны различные модели *взаимодействия факторов*, в частности, развиваемые в форме системного обобщения теории множеств. Этот подход в перспективе может стать одним из вариантов развития теории нелинейных систем.

Отметим, что математическая модель АСК-анализа (системная теория информации) *органично* учитывает принципиальную нелинейность всех объектов. Это проявляется в нелокальности нейронной сети системы «Эйдос» [20], приводящей к зависимости *всех* информативностей от *любого* изменения в исходных данных, а не как в методе обратного распространения ошибки[51]. В результате *значения матрицы информативностей количественно отражают факторы не как множество, а как систему*.

Объект может перейти в некоторое будущее состояние под действием различного количества факторов, но какая бы система факторов не обусловливала (детерминировала) этот переход, в ней не может содержаться информации больше, чем можно получить, точно узнав, что объект переходит в данное состояние. Это количество информации в АСК-анализе называется «Теоретически максимальное количество информации» и определяется только количеством классов (будущих состояний объекта), которые в детерминистском случае равновероятны, т.к. между классами и факторами выполняется взаимнооднозначное соответствие, когда каждое будущее состояние однозначно определяется единственным фактором. Формула А.Харкевича видоизменена в работе [7] таким образом, чтобы удовлетворять принципу соответствия с формулой Р.Хартли в детерминистском случае. Поэтому, чем меньше факторов, тем жестче ими детерминировано поведение объекта, и наоборот, чем больше этих факторов, тем меньше влияние каждого из них на поведение объекта. Например, если переход объекта в некоторое состояние однозначно определяется единственным фактором, то добавление в модель еще одного *точно такого же* фактора приводит к тому, что в сумме эти два фактора будут оказывать тоже самое влияние, которое делится между ними поровну.

Так в математической модели АСК-анализа учитывается *взаимодействие* факторов и отличие *системы* факторов от *мно-*

[51] http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод%20обратного%20распространения%20ошибки

жества факторов, являющееся источником нелинейности моделируемого объекта.

Итак, *в матрице информативнстей количественно отражены сила и направление влияния каждого значения фактора на переход объекта в каждое из состояний, а также учтено, что совокупность факторов является системой, а не множеством, т.е. учтены взаимодействие факторов и нелинейность моделируемого объекта. Результаты решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и научного исследования моделируемой предметной области (в частности кластерно-конструктивного анализа), на основе матрицы информативностей инвариантны относительно формы частотного распределения объектов исследуемой выборки по классам, единиц измерения значений факторов и типа шкал, используемых для формализации факторов.*

Это позволяет корректно использовать в АСК-анализе аддитивный интегральный критерий в форме *суммы* частных критериев не только для линейных, но и для нелинейных объектов.

Различие между матрицей информативностей и матрицей знаний. Если в модели отражены лишь причинно-следственные связи между факторами и будущими состояниями объекта, но не отражена степень желательности ли нежелательности этих будущих состояний, то мы имеем дело с матрицей информативностей. Если же некоторые из будущих событий классифицируются как желательные, т.е. целевые, а другие как нежелательные, то появляется возможность количественной оценки степени *полезности* информации о действии факторов для перевода объекта в эти состояния, т.е. для преобразования информации в знания.

Процесс преобразования информации в знания – это процесс оценки степени полезности информации для достижения желаемых будущих состояний, т.е. целей. Таким образом, база знаний количественно отражает степень полезности (а также бесполезности и вредности) факторов для достижения целей: она содержит знания в количественной форме о величине и на-

правлении влияния каждого значения фактора на перевод объекта в каждое из будущих состояний, как желаемое, так и нежелательное.

Соотношение различных моделей представления знаний, в т.ч. процедурной и декларативной, таково, что можно обоснованно говорить о том, что одни и те же знания могут быть более или менее полно и адекватно представлены с помощью большинства моделей и различие между ними не столь велико и принципиально, как обычно принято думать.

Это различие можно сравнить с различием между различными языками, на которых фразы, имеющие один и тот же смысл, звучат или выглядят (в текстовой форме) совершено поразному.

Не представляет исключения и модель представления знаний, принятая в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос», которая имеет много общего со многими моделями представления знаний. Например, база знаний (матрица информативностей) системы «Эйдос» очень напоминает матрицу весовых коэффициентов нейронных сетей, но в отличие от нее имеет четкую научно обоснованную интерпретацию коэффициентов и рассчитывается прямым счетом, а не путем итерационного подбора методом обратного распространения ошибки. Коэффициенты матрицы информативностей представляют собой количество информации в признаке о принадлежности обладающего им объекта к классу. О смысле же весовых коэффициентов нейронной сети идут научные дискуссии. Кроме того база знаний системы «Эйдос» очень напоминает таблицу принятия решений и на основе нее действительно принимаются решения о принадлежности объектов к классам (задача идентификации и прогнозирования) или о том, какие значения факторов необходимы для перевода объекта в заданное целевое состояние (задача принятия решений) (таблицы 34 и 35).

Таблица 36 – Сопоставление модели представления знаний АСК-анализа и системы «Эйдос» с другими моделями представления знаний

Модель системно-когнитивного анализа и интеллектуальной системы «Эйдос»	Классификационные шкалы и градации	Описательные шкалы и градации	Конкретный образ объекта исследуемой выборки	База знаний (декларативное и процедурное представление знаний), прямые и обратные правдоподобные рассуждения	Обобщенный образ класса	Кластеры, могут отображаться в форме дерева и семантической сети	Конструкт как система наиболее непохожих классов с спектром промежуточных по уровню сходства классов
Логическая модель (детерминистская Аристотелевская логика)	Бинарные (дихотомические) справочники классов	Бинарные (дихотомические) справочники признаков	Бинарный вектор объекта	Правила логического вывода	---	---	---
Логическая модель (нечеткая логика Л.Заде)	Номинальные, порядковые и числовые справочники классов	Номинальные, порядковые и числовые справочники признаков	Вектор объекта с указанием степени выраженности у него признаков	Нечеткие правила логического вывода	---	---	---
Фреймовая модель	Имена фреймов	Слоты и шпации	Фреймы-экземпляры	Процедуры формирования фреймов прототипов на основе фреймов-экземпляров	Фреймы-образцы, или прототипы	---	---
Процедурная модель (экспертные системы)	---	---	---	Продукционное представление правил вывода	---	---	---
Семантические сети	---	Свойства и их значения	Элемент класса	Отношения между классами	Класс	Граф результатов кластерного анализа	---
Нейронные сети	Множество нейронов	Множество рецепторов	Объект обучающей выборки	Матрица весовых коэффициентов	Нейрон с весовыми коэффициентами	Нейрон 2-го слоя сети	---

Таблица 37 – Сильные и слабые стороны основных моделей представления знаний в интеллектуальных системах, включая модель АСК-анализа и системы «Эйдос», и рейтинг моделей

Наименование модели	Рейтинг модели			Тип логики		Способ определения степени истинности высказываний			Наличие хорошо теоретически обоснованной содержательной интерпретации весовых коэффициентов	
	Сильные стороны	Слабые стороны	Сумма	Логика Аристотеля	Нечеткая логика	Сообщается экспертом при посредничестве инженера по знаниям (когнитолога)	Рассчитывается автоматически на основе эмпирических данных: Итерационный алгоритм обратного распространения ошибки	Рассчитывается автоматически на основе эмпирических данных: Метод прямого счета	Нет	Есть
Классическая логическая модель	**0**	**2**	**-2**	**+**	**–**	**+**	**–**	**–**	Вообще нет весовых коэффициентов	
Сетевая модель	**0**	**2**	**-2**	**+**	**–**	**+**	**–**	**–**		
Продукционная модель	**0**	**2**	**-2**	**+**	**–**	**+**	**–**	**–**		
Нечеткая Логика Л.Заде	**2**	**1**	**1**	**–**	**+**	**+**	**–**	**–**	**–**	**+**
Фреймовая модель	**3**	**1**	**2**	**–**	**+**	**–**	**++**	**–**	**+**	**–**
Нейросетевая модель	**3**	**1**	**2**	**–**	**+**	**–**	**++**	**–**	**+**	**–**
Модель системно-когнитивного анализа и системы «Эйдос»	**4**	**0**	**4**	**–**	**+**	**–**	**–**	**++**	**–**	**+**

Из таблиц 36 и 37 видно, что *различные модели представления знаний имеют очень существенное сходство по смысловому содержанию своих ключевых терминов, т.е. по существу отличаются друг от друга не очень значительно, по крайней мере намного менее значительно, чем обычно представляют себе не специалисты области искусственного интеллекта. Автор даже осмелились бы на утверждение, что по существу* ***все модели представления знаний могут рассматриваться как разные варианты одной модели, включающей детализированные и обобщенные описания объектов и их многослойные иерархические древовидные структуры и различия между этими моделями на понятийном уровне минимальные и являются в основном терминологическими.***

Таким образом, можно обоснованно считать, что модель знаний АСК-анализа, является гибридной моделью знаний, основанной на подмножестве фреймовой модели, в которой все фреймы описаны в общей системе слотов и шпаций (это существенно упрощает программную реализацию без потери функционала), и нелокальной содержательно интерпретируемой нейронной сети с алгоритмом обучения прямого счета.

Факт – это единство экстенсионального и интенсинального описания *события*, обнаруженного эмпирическим путем, т.е. по сути, *факт это определение события*. Пример факта: «Кошка кормит котят молоком». Пример определения в науке: «Млекопитающее – это животное (более общее, интенсиональное понятие), вскармливающее своих детей молоком (экстенсиональный специфический признак)».

Закономерности – это причинно-следственные зависимости, выявленные на исследуемой выборке и распространяемые лишь на саму эту выборку.

Эмпирический закон – это закономерности, выявленные на исследуемой выборке и распространяемые на некоторую более широкую предметную область, в которой действуют *те же при-*

чины их существования, что и в исследуемой выборке. Эта более широкая предметная область называется *генеральной совокупностью*, по отношению к которой исследуемая выборка *репрезентативна*.

Очень важно понимать, что генеральная совокупность является более широкой, чем исследуемая выборка, не только в пространстве, но и во времени. *Периоды* времени, в течение которых закономерности в предметной области существенно не меняются, называются *периодами эргодичности*. Границы между периодами эргодичности называются точками бифуркации. Используя эту терминологию можно сказать, что *генеральная совокупность эргодична по отношению к исследуемой выборке, а граница генеральной совокупности состоит из точек бифуркации*.

Большой интерес представляет *анализ* глубоких аналогий и параллелей между рассмотренными выше понятиями автоматизированного системно-когнитивного анализа и некоторыми базовыми понятиями физики[52]. Ниже предпринимается попытка сформулировать эти понятия физики в терминах АСК-анализа. Это сразу позволяет увидеть неожиданные аспекты понимания и варианты развития этих понятий.

Принцип относительности Галилея и Эйнштейна формулируется следующим образом: все физические процессы в *инерциальных системах отсчёта*[53] протекают одинаково, независимо от того, неподвижна ли система или она находится в состоянии равномерного и прямолинейного движения[54].

В терминах АСК-анализа принцип относительности можно сформулировать следующим образом: закономерности, выявленные в исследуемой выборке в одной области *пространства и времени,* выполняются и в других областях, в которых действуют *те же причины их существования*, что и в исследуемой выборке. В частности, эти причины могут состоять в том, что виртуальная

---

[52] Прежде всего, имеются в виду такие понятия, как: пространство и время, законы сохранения, инерциальная система отсчета, законы природы.
[53] http://ru.wikipedia.org/wiki/Инерциальная%20система%20отсчёта
[54] http://ru.wikipedia.org/wiki/Принцип%20относительности

реальность сконструирована таким образом, чтобы в ней выполнялся принцип относительности[55].

В фундаментальной теореме Нетер[56] доказывается, что *причинами существования* законов сохранения являются однородность и изотропность пространства и времени (их симметрии) (таблица 38):

Таблица 38 – Симметрии пространства и времени и обусловленные ими законы сохранения[57]

Преобразования	Инвариантность	Закон сохранения
Трансляции времени	Консервативность	…энергии
Изотропия времени	Изотропия времени	…энтропии
Трансляции пространства	Однородность	…импульса
Вращения	Изотропность пространства	…момента импульса
Группа Лоренца	Лоренц-инвариантность	…интервала

Так как «Инерциальной называется система отсчёта, по отношению к которой пространство является однородным и изотропным, а время – однородным»[58], то можно сделать вывод: *законы сохранения и инерциальные системы отсчета имеют общие причины существования* – это симметрии пространства и времени.

Учитывая этот вывод, переформулируем принцип относительности в АСК-анализе так: закономерности, выявленные в исследуемой выборке в одной области *пространства и времени,* тем точнее выполняются в других областях, чем меньше отличаются свойства *пространства и времени* (метрические и топологические) в этих других областях от исследуемой.

Эргодичными по отношению к исследуемой выборке будем называть те области пространства и времени, в которых действуют те же закономерности, что в исследуемой выборке.

---

[55] С другой стороны в любой реализации виртуальной реальности практически неизбежны некоторые погрешности, вследствие которых принцип относительности может иногда нарушаться, может быть очень незначительно. Это означает, что нарушение принципа относительности может указывать на виртуальную природу нашей реальности. Есть и другие соображения в пользу этой гипотезы: например квантовые явления, в частности квантовое движение, парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена и др.

[56] http://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема%20Нётер

[57] Источник информации: http://ru.wikipedia.org/wiki/Принцип%20относительности

[58] http://ru.wikipedia.org/wiki/Инерциальная%20система%20отсчёта

Неэргодичые области пространства и времени существенно отличаются по своим свойствам друг от друга и разделены границами, состоящими из точек, которые мы будем называть *точками бифуркации*.

Используя эти термины, принцип относительности в АСК-анализе можно сформулировать следующим образом: *эмпирические закономерности, выявленные на исследуемой выборке в определенной области пространства и времени будут выполняться и в других областях, эргодичных по отношению к данной области и будут нарушаться при переходе в неэргодичные по отношению к ней области.*

Таким образом, мы можем сформулировать научную *гипотезу* «О существовании границ применимости принципа относительности и законов сохранения»: принцип относительности и законы сохранения *выполняются* для эргодичных по отношению к исследуемой выборке областей пространства и времени и *нарушаются* при переходе через границу бифуркации в неэргодичную по отношению к ней область.

Естественно, возникает вопрос о возможности экспериментальной проверки этой гипотезы. Для этого необходимо экспериментально выйти к границам бифуркации исследуемой области пространства и времени и за их границы в неэргодичную область. Из одной области пространства и времени можно перейти в другую область путем изменения исследуемых периодов времени, смещения и поворота в пространстве. Сочетание смещений и поворотов позволяет изменить пространственно-временной масштаб исследуемой предметной области.

Если эмпирические закономерности в исследуемой выборке выявлены за определенный период *времени*, то они считаются действующими и в другие периоды, в течение которых действуют *те же причины существования* этих закономерностей, что и в исследуемой выборке, т.е. в периоды времени, эргодичные по отношению к исследуемой выборке. Это значит, что вообще говоря на протяжении очень малых или очень больших периодов времени по сравнению с исследуемым периодом эти закономерности могут и нарушаться.

Ясно, что неограниченное перемещение в определенном направлении или изменение пространственного масштаба иссле-

дуемой предметной области, в конце концов, приведет к выходу за границы области эргодичности и это потребует пересмотра законов, открытых в исследуемой предметной области. Например, при уменьшении масштаба до размеров атомов и элементарных частиц мы переходим в область квантовых явлений, а при увеличении масштаба до размеров галактики и более мы сталкиваемся с явлениями, для объяснения которых необходимо либо пересмотреть законы гравитации, либо ввести не наблюдаемые в настоящее время сущности, типа темной материи или энергии.

Но является ли *фактически* наше физическое пространство времени однородным и изотропным, и если да или нет, то на сколько именно, т.е. в какой степени?

Не смотря на то, что на принципе относительности во многом основана современная наука, он далеко не так очевиден.

Существует *легенда*, согласно которой Галилео Галилей[59] исследовал закономерности свободного падения, сбрасывая шары из разных материалов одинакового размера, но разной массы с Пизанской башни и измеряя время падения по собственному пульсу. Однако найденные Галилеем закономерности свободного падения действовали за миллиарды лет до него и будут действовать через миллиарды лет после него и не только в Италии, но и в других странах и даже не только на Земле, и не только в нашей галактике.

Само время изменяет абсолютно все, и даже, наверное, само себя, поэтому, скорее всего, существуют различные неэргодичные по отношению друг к другу периоды времени. Нет ничего постоянного в этом мире, кроме разве что самого этого непостоянства. Возможно, с течением времени меняется и гравитационная постоянная[60], и другие фундаментальные константы. Конечно, это происходит очень и очень медленно. Тем ни менее есть надежда, что современные сверхточные информационно-измерительные технологии позволят уловить это изменение. Скорее всего, есть области Вселенной, в которых значения этих фундаментальных констант иные, чем в нашей области, да и в

---

[59] http://ru.wikipedia.org/wiki/Галилей,%20Галилео

[60] См., например: Милюков В.К. Изменяется ли гравитационная постоянная? - Природа, 1986, N6, с. 96-104.

любой из этих областей они могут незначительно изменяться в разных областях.

Если, в соответствии с моделью, принятой в общей теорией относительности (ОТО) А.Эйнштейна, рассматривать гравитацию как искривление пространства-времени, то ясно, что структура (метрика, а возможно и топология) пространства-времени зависит от распределения масс, а оно далеко не равномерно, значит и пространство-время не однородно и не изотропно на столько же, как и распределение масс. Следовательно, базовое предположение, на котором основана теорема Нётер об однородности и изотропности пространства-времени, является абстракцией и реально выполняется лишь с некоторой точностью или погрешностью, как, по-видимому, и вытекающие из этих свойств пространства-времени законы сохранения импульса, энергии и момента количества движения.

Профессор Майкл Лонго[61] с коллегами обобщив, знания о распределении спиральных галактик в метагалактике, совершили неожиданное открытие: в северной небесной полусфере Земли более распространены левозакрученные спирали, а в южной – правозакрученные (хотя для южной части это и не столь выражено). Результаты этого исследования говорит о том, структура пространства метагалактики, при детальном ее рассмотрении, является асимметричной, а не строго однородной и изотропной. Ось вращения Земли сориентирована в пространстве таким образом, что это различие наибольшее для ее северного и южного полушарий. Из этого факта следуют далеко идущие выводы. Например, известно, что сам феномен существования белковой жизни на Земле связан с ярко выраженной асимметрией (киральностью) белковых молекул.

Эмпирический закон является феноменологическим, т.е. внешним описанием зависимости последствий от причин, который не раскрывает механизма или способа, которым реализуется эта зависимость.

Научный закон – это содержательная интерпретация механизма действия эмпирического закона, т.е. *способа* преобразования причин в следствия. Научный закон является содержатель-

[61] http://www.technologyreview.com/blog/arxiv/23410/

ным *объяснением* и интерпретацией эмпирического закона. Это объяснение, когда оно разрабатывается, не сразу становится научным законом, а сначала имеет статус научной гипотезы и приобретает статус научного закона лишь после того, как *на практике*, т.е. эмпирически, подтверждаются предсказания существования новых, ранее неизвестных явлений, сделанные на основе научной гипотезы. Таким образом, научный закон – это научная гипотеза, адекватность и прогностическая сила которой подтверждены (верифицированы) эмпирически. Процесс преобразования научной гипотезы в научный закон – это процесс подтверждения на практике адекватности этой научной гипотезы.

Необходимо подчеркнуть, что существует принципиальная возможность создания *неограниченного*[62] *количества различных моделей*, одинаково хорошо (адекватно, верно, достоверно) отражающих одну и ту же предметную область. Это является еще одной причиной некорректности гипостазирования лишь одной из них, т.к. реальность *одновременно* не может быть такой, какой она отражается во всех этих различных моделях (или может, о чем писал Эверетт[63]). Иногда такие модели и действительно созданы, тогда это проявляется особенно наглядно. Естественно возникает вопрос о *критериях выбора* одной модели, в определенном смысле или по определенным обоснованным критериям «наилучшей» из многих. Среди этих критериев следует отметить адекватность, удовлетворение принципу соответствия и широту адекватно отражаемой предметной области, а также ее простоту и красоту. *Из многих моделей предпочтительная та, которая более адекватна (точнее), и та, которая адекватно отражает более широкую предметную область, т.е. включает в себя на основе принципа соответствия другие известные модели*, а также более простая и красивая модель. Однако часто бывает, что разработка многих моделей (научных теорий) весьма затруднительна (и может занимать не одну сотню лет) и есть или известна всего лишь одна-единственная модель. В этом случае эта единствен-

---

[62] По крайней мере, в настоящее время неизвестно каких-либо ограничений на количество различных моделей одной и той предметной области. Так, например, число 4 можно получить в результате теоретически *неограниченного* количества различных арифметических операций: 2*2, 2+2, 8/2, и т.д. и т.д.

[63] http://ru.wikipedia.org/wiki/Многомировая%20интерпретация

ная модель автоматически начинает считаться наилучшей (из всех известных).

Поэтому ученые, разрабатывающие новые перспективные модели, стремятся к созданию более общих моделей, т.е. моделей, имеющих более широкую область адекватности, что обеспечивает этим моделям конкурентные преимущества перед другими моделями. Обычно более общие модели являются и более точными, чем частные.

Расширение области адекватности модели осуществляется путем включения в исходные данные новых (обычно ранее неизвестных, но иногда и давно всем известных) фактов, не принадлежащих генеральной совокупности, по отношению к которой исследуемая выборка репрезентативна, с последующим пересинтезом модели, формулированием новых эмпирических и научных законов.

Это значит, что ученые, действительно стремящиеся к поиску истины и развитию науки, должны буквально охотиться за такими новыми фактами, не вписывающимися в традиционные общепринятые научные теории, концепции и парадигмы реальности. Но в жизни мы часто видим обратное, когда отрицается само существование подобных фактов на том основании, что «этого не может быть, т.к. не может быть никогда» или потому, что они «не вписываются» в частные неоправданно гипостазированные модели. Этот феномен объясняется с позиций теории научных революций Томаса Куна[64].

Результаты идентификации и прогнозирования, осуществленные с помощью модели, путем выполнения когнитивной операции "верификация" сопоставляются с опытом, после чего определяется целесообразность выполнения когнитивной операции "обучение". При этом может возникнуть три основных варианта, которые на рисунке 86 обозначены цифрами:

---

[64] т.е. они просто пожинают плоды социализации прошлых этапов развития науки, см. http://www.humanities.edu.ru/db/msg/81548

Рисунок 86. К пояснению смысла понятий:
"Адаптация и синтез когнитивной модели предметной области",
"Внутренняя и внешняя валидность информационной модели",

1. Объект, входит в обучающую выборку и достоверно идентифицируется (внутренняя валидность, в адаптации нет необходимости).

2. Объект, не входит в обучающую выборку, но входит в исходную генеральную совокупность, по отношению к которой эта выборка репрезентативна, и достоверно идентифицируется (внешняя валидность, добавление объекта к обучающей выборке и адаптация модели приводит к количественному уточнению смысла признаков и образов классов).

3. Объект не входит в исходную генеральную совокупность и идентифицируется недостоверно (внешняя валидность, добавление объекта к обучающей выборке и синтез модели приводит к качественному уточнению смысла признаков и образов классов, исходная генеральная совокупность расширяется).

Высшая форма использования информации – это знания, т.е. ее использование для достижения целей (управления). На рисунке 87 приведена схема автоматизированной системы управления (АСУ), в которой процесс выявления знаний из предметной области (познание) входит непосредственно в цикл управления:

Рисунок 87. Структура предметной области и рефлексивной АСУ активными объектами в АСК-анализе, в которой процесс выявления знаний из предметной области (познание) входит непосредственно в цикл управления [7]

Подробнее цикл выявления знаний из эмпирических данных и их применения для прогнозирования и управления (принятия решений) в АСК-анализе показан на рисунке 88.

Если модель имеет высокую степень адекватности и, особенно, если нет альтернативных достоверных моделей, то возникает соблазн неоправданно и необоснованно считать, *что реальность устроена именно таким образом, какой она отражается в этой наилучшей по сформулированным выше критериям модели* или научной теории, т.е. *возникает соблазн необоснованно придать онтологический статус абстрактной модели*. В этом состоит широко распространенная малозаметная (когда ее совершаешь) ошибка познания, называемая «Гипостазирование[65]». Однако эта ошибка влечет за собой целый шлейф весьма заметных последствий, важнейшим из которых является отрицание существования фактов, закономерностей и эмпирических законов, не вписывающихся в те или иные научные теории, даже если эти факты в буквальном смысле слова *очевидны*.

[65] http://yandex.ru/yandsearch?text=гипостазирование

Рисунок 88. Цикл выявления знаний из эмпирических данных и их применения для прогнозирования и управления (принятия решений) в АСК-анализе

Например, апологеты воздухоплавания отрицали возможность создания летательных аппаратов тяжелее воздуха, не смотря на птиц, которые садились и взлетали перед ними (или даже смотря на них, но не осознавая, *что* они видят перед собой)[66].

[66] Совершенно аналогично сейчас спорят о возможности создания искусственного интеллекта, совершенно не замечая того, что люди обладают интеллектом и, безусловно,

При этом они исходили из того, что принцип действия летальных аппаратов может быть основан только на законе Архимеда, как это следовало из единственной известной им научной теории полета. Если бы эти апологеты воздухоплавания отрицали возможность летательных аппаратов тяжелее воздуха, принцип действия которых основан на законе Архимеда, то к ним бы не было никаких претензий. Иначе говоря, эти апологеты упустили из внимания, что могут существовать (а мы уже знаем, что и действительно существуют) и другие принципы полета: в частности, баллистический, аэродинамический, ракетный, электромагнитный, на которых может быть основан принцип действия летательных аппаратов тяжелее воздуха, причем *эти аппараты ни в коей мере не нарушают закон Архимеда (как почему-то думали апологеты и потому отрицали возможность их создания) и полностью ему подчиняются*.

Признание существования факта не зависит от обнаружения закономерности. Признание существования закономерности не зависит от обнаружения соответствующего эмпирического закона. Признание существования эмпирических законов не зависит от наличия верифицированной содержательной интерпретации или научного закона, а если она есть, то от того, является ли она «правильной» или «неправильной» по тем или иным критериям или по чьему-то мнению. Таким образом, признание существования факта не зависит от наличия их интерпретации или теории, которая его объясняет, и *отсутствие такой теории не является основанием для отрицания существования или непризнания существования факта.*

Конечно, часто проще и выгоднее не разрабатывать новые теоретические объяснения «неудобных» фактов, а просто отрицать само их существование по принципу: «Есть факт – есть проблема, нет факта – нет проблемы». Подобное отрицание чаще всего наблюдается на этапе социализации науки[67].

От обнаружения фактов до создания адекватной теории их объясняющей, могут пройти сотни и даже тысячи лет, более того, со временем меняются и сами критерии достоверности теории

созданы по определенной технологии. А между тем хорошо известно, что если что-то создано по одной технологии, то оно может быть создано и по другим технологиям.

[67] http://www.humanities.edu.ru/db/msg/81548

или того, что вообще можно признать «объяснением». Поэтому в разное время различные и даже противоречащие друг другу теории считаются правильными объяснениями одних и тех же фактов.

Выводы. Целесообразность использования именно матрицы информативностей (базы знаний) для визуализации когнитивных функций и решения других задач (идентификации, прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования предметной области) состоит в следующем. На основе сравнения абсолютных частот можно делать какие-либо выводы только в том случае, когда по разным классам приведено одинаково количество примеров. В общем случае это количество примеров по разным классам *всегда разное*, поэтому матрица абсолютных частот сама по себе непригодна для решения вышеперечисленных задач. Но на практике иногда встречается ситуация, когда это количество мало отличается по разным классам и тогда использование этой матрицы не дает большой ошибки и позволяет составить более-менее достоверное представление о предметной области. Получить модель предметной области, *инвариантную* относительно различий в количестве примеров по классам, можно перейдя от матрицы абсолютных частот к матрице условных и безусловных процентных распределений[68]. Использование матрицы условных и безусловных процентных распределений позволяет получить такой же уровень достоверности выводов о предметной области, какой матрица абсолютных частот *в случае* равного количества примеров по разным классам. Однако для того, чтобы получить эти выводы необходимо *сравнивать* условные процентные распределения друг с другом. При небольших размерностях моделей это сравнение может быть проведено вручную, правда лишь на качественном уровне, однако при реальных встречающихся на практике размерностях вручную это сделать не представляется возможным. *Поэтому в АСК-анализе принято решение автомати-*

---

[68] При увеличении объема выборки относительные частости (выраженные в процентах) стремятся к вероятностям, как пределам. При достаточно больших объемах выборки различие относительных частостей от вероятностей невелико и на практике приемлемо вместо терминов «относительные и абсолютные частости» использовать термины «условные и безусловные вероятности». Под процентными распределениями понимаются именно частости, а не вероятности.

зировать количественное сравнение условных процентных распределений. При этом возник вопрос о том, как именно их сравнивать: друг с другом или с какой-то базой сравнения. Если в модели всего два класса, то приемлем вариант сравнения условных процентных распределений по ним друг с другом. Но когда классов всего три, то уже не очень понятно как это делать, если же их сотни, тысячи или десятки тысяч, то это становится вообще непонятным. В АСК-анализе этот вопрос решен путем сравнения условных процентных распределений по классам с безусловным процентным распределением по всей выборке, которое и выступает базой (нормой) сравнения. Кроме того, важно отметить, что получающееся в результате этого выражение для количества информации *тождественно* выражению, получающемуся путем сравнения фактически наблюдаемой абсолютной частоты встреч признака в определенной группе к теоретически ожидаемой частоте его наблюдения в методе хи-квадрат. Таким образом, *матрица информативностей представляет собой результат выполнения процедуры*[69] *автоматизированного сравнения условных процентных распределений признаков по классам с их безусловным процентным распределением по всей выборке.* По сути это результат *нормировки* условных процентных распределений с использованием в качестве нормы безусловного процентного распределения. Поэтому использование матрицы информативностей освобождает исследователя-аналитика от необходимости выполнения огромной рутинной работы (которую он как правило и не может выполнить вручную, а когда может, то лишь на качественном, а не количественном уровне) по сравнению условных процентных распределений друг с другом или с какой-либо базой сравнения и обеспечивает более высокий уровень достоверности выводов, чем использование матрицы условных и безусловных процентных распределений.

Таким образом, *когнитивные функции являются адекватным математическим инструментом для формального представления причинно-следственных зависимостей.* Когнитивные функции представляют собой многозначные интервальные функ-

---

[69] Поэтому *матрица информативностей относится к* ***декларативной*** *форме представления знаний, но сама она получается в результате применения* ***процедурной*** *модели*

ции многих аргументов, в которых различные значения функции в различной степени соответствуют различным значениям аргументов, причем количественной мерой этого соответствия выступает знания, т.е. информация о причинно-следственных зависимостях в эмпирических данных, полезная для достижения целей. Многочисленные исследования [3-190] подтверждают, что *метод и программный инструментарий визуализации когнитивных функций* позволяют наглядно увидеть такие причинно-следственные закономерности предметной области, которые другими методами выявить и описать весьма проблематично.

В качестве перспективных направлений исследований и разработок в области АСК-анализа отметим следующие. Матрица информативностей представляет собой *исчерпывающий* перечень (т.е. в *декларативной* форме представления знаний) результатов идентификации объектов, описанных *одним* признаком (градацией описательной шкалы) с классами (градациями классификационных шкал). С этой точки зрения она состоит из *двумерных* подматриц, образуемых всеми сочетаниями описательных и классификационных шкал по две (одна описательная и одна классификационная шкала). Но матрица информативностей содержит всю необходимую и достаточную информацию *для расчета* (т.е. в *процедурной* форме представления знаний) *всех возможных результатов идентификации объектов с классами* (градациями классификационных шкал), описанных не одним, *всеми сочетаниями* по два, три, … N признаков из M, где M – количество описательных шкал (если градации в шкалах *альтернативные*). Если реально выполнить эти процедуры распознавания для всех возможных объектов[70], то *результаты идентификации можно наглядно представить в декларативной форме в виде значений элементов многомерных матриц (когнитивных тензоров или тензоров знаний[71], описывающих когнитивное пространство[72]), обра-*

---

[70] В текущей версии базовой системы «Эйдос» в целях экономии времени расчетов это делается не для всех возможных объектов, а только для тех, которые представлены в распознаваемой выборке.

[71] См.: http://ru.wikipedia.org/wiki/Тензор. *Компонентами когнитивного тензора* является количество знаний в градации описательной шкалы о градации классификационной шкалы. Это открывает путь описания когнитивного пространства с использованием математического аппарата и понятий общей теории относительности (ОТО) А.Эйнштейна.

зованных одной классификационной шкалой и несколькими описательными. Координатные плоскости этих многомерных матриц являются подматрицами матрицы информативностей с общей классификационной шкалой и разными описательными шкалами. Эти подматрицы визуализируются в базовой системе «Эйдос» (режим _54) и в системе «Эйдос-астра» в форме когнитивных функций [3-190]. В АСК-анализе в качестве частных критериев принято рассматривать признаки (градации описательных шкал), точнее не сами признаки, а количество информации, содержащейся в признаках о принадлежности обладающих ими объектов к классам, а в качестве интегрального критерия – *сумму информативностей частных критериев*, т.е. свертку или скалярное произведение в координатной форме [7]. Многомерные когнитивные структуры в этих подматрицах отражают результаты идентификации объектов со всеми возможными сочетаниями признаков[73] из n по m, которые, следуя работе [7], будем называть Эйдосами, а их визуализацию – *многомерными когнитивными функциями*. Это название оправдано тем, что *сечения* Эйдосов координатными плоскостями являются уже известными когнитивными функциями [7].

В многомерном когнитивном пространстве можно ввести понятия, аналогичные понятиям кинематики и динамики. Если в качестве описательных шкал в семантической информационной модели [7] использовать пространственно-временные координаты, то АСК-анализ можно будет рассматривать как инструмент для *информационного описания физических процессов и явлений,* в котором роль пространства-времени будет играть когнитивное пространство-время. Между физическим и когнитивным пространством-временем существует тесная взаимосвязь и вообще между ними больше общего, чем различий [7]. Предлагается также добавить к пространственно-временным координатам еще две координаты, количественно отражающие «уровень системности» и «степень детерминированности» системы. В результате полу-

---

[72] С этой точки зрения физическое пространство-время может рассматриваться как *подпространство* (частный случай или проекция) когнитивного пространства [7].

[73] В этой модели будем считать, что градации каждой описательной шкалы являются *альтернативными* признаками, т.е. не могу встречаться одновременно.

чится наука, которую можно было бы назвать «*Информационная динамика систем*».

Материалы данной статьи могут быть использованы при разработке интеллектуальных систем, а также при проведении лабораторных работ по дисциплинам: «Интеллектуальные информационные системы» для специальности: 080801.65 – Прикладная информатика (по областям) и «Представление знаний в информационных системах» для специальности: 230201.65 – Информационные системы и технологии.

4.3.2. Кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» (метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний)

В данном разделе, основанном на работе [128], на небольшом наглядном численном примере рассматриваются новые математическая модель, алгоритм и результаты агломеративной кластеризации, основные отличия которых от ранее известных стоят в том, что:

а) в них параметры обобщенного образа кластера не вычисляются как средние от исходных объектов (классов) или центры тяжести, а определяются с помощью той же самой базовой когнитивной операции АСК-анализа, которая применяется и для формирования обобщенных образов классов на основе примеров объектов и которая действительно обеспечивает обобщение;

б) в качестве критерия сходства используется не евклидово расстояние или его варианты, а интегральный критерий неметрической природы: «суммарное количество информации», применение которого теоретически корректно и дает хорошие результаты в неортонормированных пространствах, которые обычно и встречаются на практике;

в) кластерный анализ проводится не на основе исходных переменных или матрицы сопряженности, зависящих от единиц измерения по осям, а в когнитивном пространстве, в котором по всем осям (описательным шкалам) используется одна единица измерения: количество информации, и поэтому результаты кластеризации не зависят от исходных единиц измерения признаков объектов.

Имеется и ряд других менее существенных отличий. Все это позволяет получить результаты кластеризации, понятные специалистам и поддающиеся содержательной интерпретации, хорошо согласующиеся с оценками экспертов, их опытом и интуитивными ожиданиями, что часто представляет собой проблему для классических методов кластеризации. Описанные методы теоретически обоснованы в системно-когнитивном анализе (СК-анализ) и реализованы в его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос»

«Мышление – это обобщение, абстрагирование, сравнение, и классификация» (Патанджали[74], II в. до н. э.).

Кластерный анализ[75] (англ. *Data clustering*) – это задача разбиения заданной выборки *объектов* (ситуаций) на подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались. Кластерный анализ очень широко применяется как в науке, так и в различных направлениях практической деятельности. Значение кластерного анализа невозможно переоценить, оно широко известно[76] и нет необходимости его специально обосновывать.

Существует *большое количество* различных методов кластерного анализа, хорошо описанных в многочисленной специальной литературе и прекрасных обзорных статьях. Поэтому в данной статье мы не ставим перед собой задачу дать еще одно подобное описание, а обратим основное внимание на **проблемы**, существующие в кластерном анализе и вариант их решения, предлагаемый в автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ). Эти проблемы, *в основном*, хорошо известны специалистам, и поэтому наш краткий обзор будет практически полностью основан на уже упомянутых работах. Необходимо специально отметить, что специалисты небезуспешно работают над решением этих проблем, предлагая все новые и новые варианты, которые и являются различными вариантами кластерного анализа. Мы в данной статье также предложим еще один ранее не описанный в специальной литературе (т.е. новый, авторский)

---

[74] http://ru.wikipedia.org/wiki/Патанджали
[75] http://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный%20анализ
[76] http://yandex.ru/yandsearch?text=кластерный%20анализ

теоретически обоснованный и программно-реализованный вариант решения некоторых из этих проблем, а также проиллюстрируем его на простом численном примере.

Почему же разработано так много различных методов кластерного анализа, почему это было необходимо? Кажутся почти очевидными мысли о том, что различные методы кластерного анализа дают результаты *различного качества*, т.е. одни методы *в определенном смысле* «лучше», а другие «хуже», и это действительно так, и, следовательно, по-видимому, *должен* существовать только один-единственный метод кластеризации, *всегда* (т.е. на любых данных) дающий «правильные» результаты, тогда как все остальные методы являются «неправильными». Однако если задать аналогичный вопрос по поводу, например, автомобиля или одежды, то становится ясным, что нет просто наилучшего автомобиля, а есть лучшие по определенным критериям-требованиям или лучшие для определенных *целей*. При этом сами критерии также должны быть обоснованы и не просто могут быть различными, но и должны быть различными при различных целях, чтобы отражать цель и соответствовать ей. Так автомобиль, лучший для семейного отдыха не являются лучшим для гонок Формулы-1 или для представительских целей. Аналогично можно обоснованно утверждать, что одни методы кластерного анализа являются более подходящими для кластеризации данных определенной структуры, а другие – другой, т.е. не существует одного наилучшего во всех случаях *универсального метода кластеризации*, но существуют методы более универсальные и методы менее универсальные. Но все же многообразие разработанных методов кластерного анализа на наш взгляд указывает не только на это, но и на то, что *их можно рассматривать как различные более или менее успешные варианты решения или попытки решения тех или иных проблем, существующих в области кластерного анализа*.

Для структурирования дальнейшего изложения сформулируем требования к исходным данным в кластерном анализе и фундаментальные вопросы, которые решают разработчики различных методов кластерного анализа.

Считается[77], что кластерный анализ предъявляет следующие *требования к исходным данным*:

1. Показатели не должны коррелировать между собой.
2. Показатели должны быть безразмерными.
3. Распределение показателей должно быть близко к нормальному.
4. Показатели должны отвечать требованию «устойчивости», под которой понимается отсутствие влияния на их значения случайных факторов.
5. Выборка должна быть однородна, не содержать «выбросов».

Даже поверхностный анализ сформулированных требований к исходным данным сразу позволяет утверждать, что *на практике они в полной мере никогда не выполняются*, а приведение исходных данных к виду, удовлетворяющему этим требованиям, или очень сложно, т.е. представляет собой **проблему**, и не одну, или *даже теоретически невозможно* в полной мере. В любом случае пытаться это делать можно *различными способами*, хотя *чаще всего на практике этого не делается вообще* или потому, что необходимость этого плохо осознается исследователем, или чаще потому, что в его распоряжении нет соответствующих инструментов, реализующих необходимые методы[78]. Конечно, в последнем случае не приходится удивляться тому, что результаты кластерного анализа получаются мягко сказать «несколько странными», а если они соответствуют здравому смыслу и точке зрения экспертов, то можно сказать, что это получилось случайно или потому, что «просто повезло».

Остановимся подробнее на анализе перечисленных требований к исходным данным, а также проблем, возникающих при попытке их выполнения и решения.

Первое требование связано с использованием в большинстве методов кластеризации *евклидова расстояния* или различных его вариантов в качестве меры близости объектов и кластеров. Другими словами это требование означает, что описательные шкалы, рассматриваемые как оси семантического пространства,

---

[77] http://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный%20анализ

[78] Справедливости ради отметим, что подобных инструментов вообще *мало* и они практически недоступны исследователям

должны быть *ортонормированны*, т.к. *в противном случае применение евклидова расстояния и большинства других метрик (таблица 39) (кроме расстояния Махалонобиса) теоретически необоснованно и некорректно*.

Таблица 39 – Основные типы метрик при кластер-анализе[79]

№	Наименование метрики	Тип признаков	Формула для оценки меры близости (метрики)
1	Эвклидово расстояние	Количественные	$d_{ik} = \left(\sum_{j=1}^{N} (x_{ij} - x_{kj})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$
2	Мера сходства Хэмминга	Номинальные (качественные)	$\mu_{ij}^{H} = \frac{n_{ik}}{N}$ где n_{ik} число совпадающих признаков у образцов — X_i и X_k
3	Мера сходства Роджерса–Танимото	Номинальные шкалы	$\mu_{ij}^{R-T} = n''_{ik}(n'_i + n'_k - n''_{ik})$ где n''_{ik} число совпадающих единичных признаков у образцов — X_i и X_k; n'_i, n'_k общее число — единичных признаков у образцов X_i и X_k соответственно;
4	Манхэттенская метрика	Количественные	$d_{ik}^{(1)} = \sum_{j=1}^{N} \lvert x_{ij} - x_{kj} \rvert$
5	Расстояние Махаланобиса	Количественные	$d_{ik}^{M} = (x_{ij} - x_{kj})^T W^{-1} (x_{ij} - x_{kj})$, где **W** ковариационная матрица выборки; — $\mathcal{X} = \{X_1, X_2, \ldots, X_n\}$;
6	Расстояние Журавлева	Смешанные	$d_{ik} = \sum_{j=1}^{N} I_{ik}^{j}$, где $I_{ik}^{j} = \begin{cases} 1, \text{ если } \lvert x_{ij} - x_{kj} \rvert < \varepsilon \\ 0, \text{ иначе} \end{cases}$

[79] Источник: проф. Зайченко Ю.П.
http://www.masters.donntu.edu.ua/2005/kita/kapustina/library/cluster.htm

Существуют и другие метрики, в частности: квадрат евклидова расстояния, расстояние городских кварталов (манхэттенское расстояние), расстояние Чебышева, степенное расстояние, процент несогласия, метрики Рао, Хемминга, Роджерса-Танимото, Жаккара, Гауэра, Воронина, Миркина, Брея-Кертиса, Канберровская и многие другие. Когда *корреляции между переменными равны нулю*, расстояние Махаланобиса эквивалентно квадрату евклидового расстояния. Это означает, что метрику Махаланобиса можно обоснованно считать обобщением евклидовой метрики для неортонормированных пространств[80].

Но на практике это требование *никогда* в полной мере не выполняется, а для его выполнения необходимо выполнить операцию ортонормирования семантического пространства, при которой из модели тем или иным методом[81] (реализованным в программной системе, в которой проводится кластерный анализ) *исключаются* все шкалы, коррелирующие между собой.

Таким образом, первое требование к исходным данным порождает две проблемы:

Проблема 1.1 выбора метрики, корректной для неортонормированных пространств.

Проблема 1.2 ортонормирования пространства.

Второе требование (безразмерности показателей) вытекает из того, что *выбор единиц измерения по осям существенно влияет на результаты кластеризации.* Казалось бы, одного этого должно быть достаточно для того, чтобы не делать этого, т.к. выбор единиц измерения, по сути, произволен (определяется исследователем), вследствие чего и результаты кластеризации, вместо того чтобы объективно отражать структуру данных и описываемой ими объективной реальности, также становятся произвольными и зависящими не только от самой исследуемой реальности, но и от произвола исследователя (причем неизвестно от чего больше: от реальности или исследователя). По сути, *автоматизированная система кластеризации превращается в этих условиях из инструмента исследования структуры объективной реальности в*

---

[80] http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/12_1_3.php http://d3lpirt.narod.ru/dm/dm.htm

[81] Например, для ортонормирования семантического пространства может быть применен метод главных компонент: http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод%20главных%20компонент

автоматизированный инструмент рисования таких дендрограмм, какие больше нравятся пользователю. Непонятно также, какой содержательный смысл могут иметь, например корни квадратные из сумм квадратов разностей координат объектов, классов или кластеров, *измеряемых в различных единицах измерения*. *Разве корректно складывать величины даже одного рода, измеряемые в различных единицах измерения, а тем более разного рода?* Даже если сложить величины одного рода, но измеренные в разных единицах измерения, например *расстояния* от школы до подъезда дома 1.2 (километра), и от подъезда дома до квартиры 25 (метров), то получится 26,2 *непонятно чего*. Если же сложить разнородные по смыслу величины, т.е. *величины различной природы*, такие, например, как квадрат разности веса студентов с квадратом разности их роста, возраста, успеваемости и т.д., а потом еще извлечь из этой суммы квадратный корень, то получится просто *бессмысленная величина*, которая в традиционном кластерном анализе почему-то называется «Евклидово расстояние». В школе на уроке физики в 8-м классе за подобные действия сразу бы поставили «Неуд»[82]. Однако, как это ни удивительно, то, что «не прошло бы» на уроке физики в средней школе является вполне устоявшейся практикой в статистике и ее научных применениях.

В подтверждение тому, что подобная практика действительно существует, автор не может удержаться от искушения и не привести пространную цитату из работы[83]:

«Заметим, что *евклидово расстояние* (и его квадрат) вычисляется по исходным, а не по стандартизованным данным. *Это обычный способ его вычисления*, который имеет определенные преимущества (например, расстояние между двумя объектами не

---

[82] Конечно, есть случаи, когда производят определенные математические операции над величинами различной природы, измеряемыми в различных единицах измерения, и это вполне корректно, правда это не операция сложения. Например, в физике так производятся вычисления *по формулам*. Но эти формулы теоретически обоснованы в соответствующих физических теориях. Если математические операции производятся так, что это не соответствует обоснованным формулам, то в результате получаются бессмысленные величины неизвестных науке размерностей. В этом случае говорят о проверке размерностей и нарушении размерностей. Такое впечатление, что в статистике подобные нарушения размерностей просто стали нормой.

[83] См., например: http://www.ligis.ru/effects/stat/modules/stcluan.html , т.к. этот текст без изменений повторяется во многих работах

изменяется при введении в анализ нового объекта, который может оказаться выбросом). Тем не менее, *на расстояния могут сильно влиять различия между осями, по координатам которых вычисляются эти расстояния. К примеру, если одна из осей измерена в сантиметрах, а вы потом переведете ее в миллиметры (умножая значения на 10), то окончательное евклидово расстояние (или квадрат евклидова расстояния), вычисляемое по координатам, сильно изменится, и, как следствие, результаты кластерного анализа могут сильно отличаться от предыдущих.*» (выделено нами, авт.)[84]. В этой работе просто констатируется факт этой ситуации, но ему не дается никакой *оценки*. Наша же оценка этой практике по перечисленным выше причинам сугубо *отрицательная*. Приведем еще цитату из той же работы: «**Степенное расстояние.** Иногда желают (!!!?)[85] прогрессивно увеличить или уменьшить вес, относящийся к размерности, для которой соответствующие объекты сильно отличаются. Это может быть достигнуто с использованием *степенного расстояния*. Степенное расстояние вычисляется по формуле:

$$\text{расстояние}(x,y) = \left(\sum_i |x_i - y_i|^p\right)^{1/r}$$

где *r* и *p* - параметры, определяемые пользователем. Несколько примеров вычислений могут показать, как "работает" эта мера. Параметр *p* ответственен за постепенное взвешивание разностей по отдельным координатам, параметр *r* ответственен за прогрессивное взвешивание больших расстояний между объектами. Если оба параметра - *r* и *p*, равны двум, то это расстояние совпадает с расстоянием Евклида».

Мы считаем, что еще какие-то комментарии здесь излишни.

Таким образом, второе требование к исходным данным порождает следующую проблему 2.1:

<u>Проблема 2.1</u> сопоставимой обработки описаний объектов, описанных признаками различной природы, измеряемыми в различных единицах измерения (проблема размерностей).

---

[84] Пространные цитаты здесь и далее для удобства читателей приведены мелким шрифтом.

[85] Пометка (!!!?) наша, авт., как это «желают», это же некорректно, т.к. позволяет произвольно манипулировать результатами, после чего они теоряют научную ценность

Отметим также, что объекты чаще всего описаны не только признаками, измеряемыми в различных единицах измерения, но как количественными, так и качественными признаками, которые соответственно являются градациями как числовых шкал, так и номинальных (текстовых) шкал. Существует метрика для номинальных шкал: это «Процент несогласия» [см. там же], однако для количественных шкал применяются другие метрики. *Каким образом и с помощью какой комбинации классических метрик вычислять расстояния между объектами, описанными как количественными, так и качественными признаками, а также между кластерами, в которые они входят, вообще не понятно.* Это порождает проблему 2.2.:

Проблема 2.2 формализации описаний объектов, имеющих как количественные, так и качественные признаки.

Третье требование (нормальности распределения показателей) вытекает из того, что статистическое обоснование корректности вышеперечисленных метрик существенным образом основано на этом предположении, т.е. эти метрики являются параметрическими. На практике это означает, что перед применением кластерного анализа с этими метриками необходимо доказать гипотезу о нормальности исходных данных либо применить процедуру их нормализации. И первое, и второе, весьма **проблематично** и на практике не делается, более того, даже вопрос об этом чаще всего не ставится. Процедура нормализации (или взвешивания, ремонта) исходных данных обычно предполагает удаление из исходной выборки тех данных, которые нарушают их нормальность. Ясно, что это непредсказуемым образом может повлиять на результаты кластеризации, которые, скорее всего, существенно изменяться и их уже нельзя будет признать результатами кластеризации исходных данных. Отметим, что на практике исходные данные, не подчиняющиеся нормальному распределению, встречаются достаточно часто, что и делает актуальными методы непараметрической статистики.

Таким образом, 3-е требование к исходным данным порождает проблемы 3.1., 3.2. и 3.3.:

Проблема 3.1 доказательства гипотезы о нормальности исходных данных.

Проблема 3.2 нормализации исходных данных.

<u>Проблема 3.3</u> применения непараметрических методов кластеризации, корректно работающих с ненормализованными данными.

Что можно сказать о четвертом и пятом требованиях?[86] Эти требования взаимосвязаны, т.к. случайные факторы и порождают «выбросы». На практике, строго говоря, эти требования никогда не выполняются и вообще звучат *несколько наивно*, если учесть, что как случайные часто рассматриваются неизвестные факторы, а их влияние даже теоретически, т.е. в принципе, исключить невозможно. С другой стороны эти требования «удобны» тем, что неудачные, неадекватные или не интерпретируемые результаты кластеризации, полученные тем или иным методом кластерного анализа, всегда можно «списать» на эти неизвестные «случайные» факторы или скрытые параметры и порожденные ими выбросы. А поскольку ответственность за обеспечение отсутствия шума и выбросов в исходных данных возложена *этими требованиями* на самого исследователя, то получается, что если что-то получилось не так, то это связано уж не столько с методом кластеризации, сколько с каким-то недоработками самого исследователя. По этим причинам более логично и главное, более *продуктивно* было бы предъявить эти требования не к исходным данным и обеспечивающему их исследователю, а к самому методу кластерного анализа, *который, по мнению авторов, должен корректно работать в случае наличия шума и выбросов в исходных данных*.

Таким образом, четвертое и пятое требования приводят к двум проблемам:

<u>Проблема 4</u> разработки такого метода кластерного анализа, математическая модель и алгоритм и которого органично включали бы фильтр, подавляющий шум в исходных данных, в результате чего данный метод кластеризации корректно работал бы при наличии шума в исходных данных.

<u>Проблема 5</u> разработки метода кластерного анализа, математическая модель и алгоритм и которого обеспечивали бы <u>выявление</u> «выбросов» (артефактов) в исходных данных и позво-

---

[86] 4. Показатели должны отвечать требованию «устойчивости», под которой понимается отсутствие влияния на их значения случайных факторов. 5. Выборка должна быть однородна, не содержать «выбросов».

ляли либо вообще не показывать их в дендрограммах, либо показывать, но так, чтобы было наглядно видно, что это артефакты.

Далее рассмотрим, как решаются (или не решаются) сформулированные выше проблемы в классических методах кластерного анализа. Для удобства дальнейшего изложения повторим формулировки этих проблем.

Проблема 1.1 выбора метрики, корректной для неортонормированных пространств.

Проблема 1.2 ортонормирования пространства.

Проблема 2.1 сопоставимой обработки описаний объектов, описанных признаками различной природы, измеряемыми в различных единицах измерения (проблема размерностей).

Проблема 2.2 формализации описаний объектов, имеющих как количественные, так и качественные признаки.

Проблема 3.1 доказательства гипотезы о нормальности исходных данных.

Проблема 3.2 нормализации исходных данных.

Проблема 3.3 применения непараметрических методов кластеризации, корректно работающих с ненормализованными данными.

Проблема 4 разработки такого метода кластерного анализа, математическая модель и алгоритм и которого органично включали бы фильтр, подавляющий шум в исходных данных, в результате чего данный метод кластеризации корректно работал бы при наличии шума в исходных данных.

Проблема 5 разработки метода кластерного анализа, математическая модель и алгоритм и которого обеспечивали бы выявление «выбросов» (артефактов) в исходных данных и позволяли либо вообще не показывать их в дендрограммах, либо показывать, но так, чтобы было наглядно видно, что это артефакты.

Сделать это *удобнее всего*, рассматривая какие ответы предлагают классические методы кластерного анализа на сформулированные вопросы:

– как вычислять координаты кластера из двух более объектов;

– как вычислять расстояние до таких "полиобъектных" кластеров от "монокластеров" и между "полиобъектными" кластерами.

Дело в том, что эти вопросы имеют фундаментальное значение для кластерного анализа, т.к. разнообразные комбинации используемых метрик и методов вычисления координат и взаимных расстояний кластеров и порождают все многообразие методов кластерного анализа [7]. Мы бы несколько переформулировали эти вопросы, а также добавили бы еще один:

1. Каким методом вычислять *координаты* кластера, состоящего из одного и более объектов, т.е. каким образом *объединять объекты* в кластеры.

2. Каким методом *сравнивать* кластеры, т.е. как вычислять *расстояния* между кластерами, состоящими из различного количества объектов (одного и более).

3. Каким методом *объединять кластеры*, т.е. формировать *обобщенные* («многообъектные») кластеры.

Вопрос 1-й. Чаше всего ни в теории и математических моделях кластерного анализа, ни на практике между кластером, состоящим из одного объекта («монооообъектным» кластером) и самим объектом не делается *никакого различия*, т.е. считается, что это одно и тоже. «В агломеративно-иерархических методах (aggomerative hierarhical algorithms) … первоначально все объекты (наблюдения) рассматриваются как отдельные, самостоятельные кластеры состоящие всего лишь из одного элемента»[87]. В работе[88] также говорится, что древовидная «Диаграмма начинается с каждого объекта в классе (в левой части диаграммы)». Это решение сразу же *порождает* многие из вышеперечисленных проблем (1.1., 1.2., 2.1, 2.2), т.к. объекты могут быть описаны как количественными, так и качественными признаками различной природы, измеряемыми в различных единицах измерения, причем эти признаки в общем случае *взаимосвязаны* (коррелируют) между собой.

Казалось бы, *проблему размерностей* (2.1) решает кластеризация не исходных переменных, а матриц сопряженности, содер-

---

[87] http://zakup.vl.ru/290-metodi-klastern.html
[88] http://www.ligis.ru/effects/stat/modules/stcluan.html

жащих *абсолютные частоты* наблюдения признаков по объектам или классам. Однако при таком подходе, например при сравнении моделей автомобилей, *четыре и два* цилиндра у этих моделей, а также *четыре и два болта*, которыми у них прикручен номер, будут давать одинаковый вклад в сходство-различие этих моделей, что едва ли разумно и приемлемо. Тем ни менее матрица сопряженности анализируется в социологических и социометрических исследованиях, а в статистических системах, в разделах справки, посвященных кластерному анализу, приводятся примеры подобного рода.

Другое предложение по решению проблемы размерностей (2.1) основано на четком пожимании того, что изменение единиц измерения переменной меняет среднее ее значений и их разброс от этого среднего. Например, переход от сантиметров к миллиметрам увеличивает среднее и среднее отклонение от среднего в 10 раз. Речь идет о методе нормализации или стандартизации исходных данных, когда значения переменных заменяются их стандартизированными значения или z-вкладами. Z-вклад показывает, сколько стандартных отклонений отделяет данное наблюдение от среднего значения:

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma},$$

где x_i – значение данного наблюдения, $\bar{x}$ – среднее, σ – стандартное
отклонение. Однако этот метод имеет серьезный недостаток, описанный в специаьной литературе. Дело в том, что нормализация значений переменных приводит к тому, что независимо от значений их среднего и вариабельности до нормализации (т.е. значимости, измеряемой стандартным отклонением), после нормализации среднее становится равным нулю, а стандартное отклонение 1. Это значит, что *нормализация выравнивает средние и отклонения по всем переменным, снижая, таким образом, вес значимых переменных, оказывающих большое влияние на объект, и завышая роль малозначимых переменных, оказывающих меньшее влияни*е и ***искажая, таким образом, картину***. На взгляд авторов это на вряд ли приемлемо. Другой важный недостаток, который в отличие от первого не отмечается в специальной литера-

туре, состоит в том, что ***стандартизированные значения сложно как-то содержательно интерпретировать***, *т.е. устранение влияния единиц измерения достигается* ***ценой потери смысла*** *переменных, который как раз и содержался в единицах их измерения.* В результате нормализации все переменные становятся как бы «на одно лицо». Это также недопустимо. Таким образом, можно обоснованно сделать вывод о том, *нормализация и стандартизация исходных данных – это весьма радикальное решение проблемы 2.1 «в лоб и в корне», но решение неприемлемо дорогой ценой «при котрой из ванны вместе с водой выплекскивается и ребенок».*

В классических методах кластерного анализа предлагается два основных варианта *ответов* на 1-й вопрос:

1. Вообще не формировать обобщенных классов или кластеров из объектов, а на всех этапах кластеризации рассматривать только сами первичные объекты.

2. Формировать обобщенные кластеры путем вычисления неких статистических характеристик кластера на основе характеристик входящих в него объектов.

О 1-м варианте ответа в работе[89] говорится: «Диаграмма начинается с каждого объекта в классе (в левой части диаграммы). Теперь представим себе, что постепенно (очень малыми шагами) вы "ослабляете" ваш критерий о том, какие объекты являются уникальными, а какие нет. Другими словами, вы понижаете порог, относящийся к решению об объединении двух или более объектов в один кластер. В результате, вы *связываете* вместе всё большее и большее число объектов и агрегируете (*объединяете*) все больше и больше кластеров, состоящих из все сильнее различающихся элементов». Этот подход, когда кластеры реально не формируются, т.к. им не соответствуют какие-либо конструкции математической модели, представляется авторам сомнительным, т.к., во-первых, как было показано выше, это порождает проблемы 1.1., 1.2., 2.1, 2.2, а во-вторых, никак не решает проблемы 3.1, 3.2, 3.3, 4 и 5. *Между тем сам способ формирования кластеров из объектов, по мнению авторов, призван стать средством решения всех этих проблем.*

---

[89] http://www.ligis.ru/effects/stat/modules/stcluan.html

2-й вариант ответа представляется более обоснованным, однако он сам в свою очередь порождает вопросы о степени корректности и научной обоснованности того или иного метода вычисления обобщенных характеристик кластера и главное о том, *в какой степени этот метод позволяет решить сформулированные выше проблемы*. Описание кластера на основе входящих в него объектов традиционно включает *центр кластера*, в качестве которого обычно используется *среднее* или *центр тяжести* от характеристик входящих в него объектов [128], а также какую-либо количественную оценку степени рассеяния объектов кластера от его центра (как правило, это дисперсия). Ответ на 2-й вопрос является продолжением ответа на 1-й вопрос.

Вопрос 2-й. В работах по кластерному анализу описывается большое количество различных мер и методов, которые можно применить как для измерения расстояний между кластерами, так и расстояний от объекта до кластеров. Например, в *невзвешенном центроидном методе* при определении расстояния от объекта до кластера, по сути, определяется расстояние до его центра. В методе *невзвешенного попарного среднего* расстояние между двумя кластерами вычисляется как среднее расстояние между всеми парами объектов в них. При этом, как правило, не решаются перечисленные выше проблемы, т.к. *не устраняются их причины*: а именно средние вычисляются на основе мер расстояния, корректных только для ортонормированных пространств и при этом часто используются размерные или нормализованные формы представления признаков объектов, не формализуется описание объектов, обладающих как количественными, так и качественными признаками. Ответ на 3-й вопрос является продолжением ответа на 2-й вопрос.

Вопрос 3-й. При объединении кластеров характеристики вновь образованного обобщенного кластера обычно пересчитываются тем же методом, каким они рассчитывались для исходных кластеров. Это сохраняет нерешенными и все проблемы, которые были при определении характеристик исходных кластеров и расстояний между этими кластерами.

Далее рассмотрим вариант решения некоторых из сформулированных выше проблем кластерного анализа, предла-

гаемый в АСК-анализе и реализованный в интеллектуальной системе «Эйдос».

Обратимся к эпиграфам к данной статье: «Мышление – это обобщение, абстрагирование, сравнение, и классификация» (Патанджали, II в. до н. э.), «Истинное знание – это знание причин» (Френсис Бэкон, 1561–1626 гг.). Итак, мышление, как процесс это [в том числе] классификация, результатом же мышления является знание, причем истинное знание есть знание причин. Истинное мышление есть мышление, дающее истинное знание. Соответственно ложное мышление – это мышление, приводящее к заблуждениям. Поэтому *истинное мышление – это [в том числе] истинная (правильная, адекватная) классификация объектов по причинам их поведения, т.е. по системе их детерминации*. Правильной классификацией будем считать ту, которая совпадает с классификацией экспертов, основанной на их высоком уровне компетенции, профессиональной интуиции и большом практическом опыте.

Если, как это принято в АСК-анализе [7, 201], факторы формализовать в виде шкал различного типа (номинальных, порядковых и числовых), признаки рассматривать как значения факторов, т.е. их интервальные значения, более или менее жестко детерминирующих поведение объекта, а классы как будущие состояния, в которые объект переходит под влиянием различных значений этих факторов, то можно сказать, что *признаки формализуют причины переходов объекта в состояния, соответствующие классам или кластерам*. Если учесть, что классификация – это кластерный анализ, то можно сделать обоснованные выводы о том, что ***кластерный анализ это и есть мышление (но мышление не сводится только к кластерному анализу), а результаты кластерного анализа представляют собой знания.*** *Степень истинности этих знаний*, полученных в результате кластерного анализа, т.е. их адекватность или соответствие действительности, *полностью определяются степенью истинности метода кластерного анализа, с помощью которого они получены*. Поэтому столь важно решить сформулированные выше проблемы кластерного анализа. В свою очередь *классификация (в т.ч. кластерный анализ) как процесс основана на обобщении и сравнении*. В монографии 2002 года [7] предлагается пирамида иерар-

хической структуры процесса познания, входящая в базовую когнитивную концепцию (рисунок 89):

УРОВЕНЬ СМЫСЛА	СПОСОБ МЫШЛЕНИЯ	БАЗОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ ОПЕРАЦИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА		КОГНИТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ
7	ЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ (ЛЕВОПОЛУШАРНЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ СПОСОБ МЫШЛЕНИЯ)			СИСТЕМА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПАРАДИГМ РЕАЛЬНОСТИ
6				ТЕКУЩАЯ ПАРАДИГМА РЕАЛЬНОСТИ
5		КОНСТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ		БИНАРНЫЕ КОНСТРУКТЫ (СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЛОЖНЫХ КЛАСТЕРОВ)
4		КЛАССИФИКАЦИЯ (КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ), КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА В ФОРМЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ		КЛАСТЕРЫ (ГРУППЫ НАИБОЛЕЕ СХОДНЫХ КЛАССОВ)
3		СИСТЕМНОЕ ИНТЕГРАЛЬНО-ДИСКРЕТНОЕ ОПИСАНИЕ ПРИМЕРОВ КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ (БАЗА ПРЕЦЕДЕНТОВ)	ОБОБЩЕНИЕ (СИНТЕЗ, ИНДУКЦИЯ) ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, АБСТРАГИРОВАНИЕ, ДЕДУКЦИЯ И АБДУКЦИЯ, СРАВНЕНИЕ, СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ, КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА В ФОРМЕ КОГНИТИВНЫХ ДИАГРАММ	ОБОБЩЕННЫЕ КАТЕГОРИИ ОБЪЕКТОВ (КЛАССЫ), ИМЕЮЩИЕ ИМЕНА КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ
2	ЧУВСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ (ПРАВОПОЛУШАРНЫЙ ДИСКРЕТНЫЙ СПОСОБ МЫШЛЕНИЯ)		СИНТЕЗ ЧУВСТВЕННОГО ОБРАЗА КОНКРЕТНОГО ОБЪЕКТА	ЧУВСТВЕННЫЕ ОБРАЗЫ КОНКРЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ИМЕНА
1			ЧУВСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ	ДИСКРЕТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОТОКА ЧУВСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ. ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ

Рисунок 89. Обобщенная схема иерархической структуры процесса познания согласно базовой формализуемой когнитивной концепции[90]

В этой же монографии [7] предлагается математическая модель, основанная на семантической теории информации, обеспечивающая высокую степень формализацию данной когнитивной концепции, достаточную для разработки алгоритмов[91], структур данных и программной реализации в виде интеллектуальной программной системы. Такая система была создана автором и постоянно развивается, это система «Эйдос» [7, 3-203].

***Суть* предлагаемых в АСК-анализе решений сформулированных выше проблем кластерного анализа состоит в следующем[92].**

Основная ***идея*** решения проблем кластерного анализа, состоит в том, что для решения задачи кластеризации предлагается

---

[90] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/2.3.htm

[91] http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/4.2.htm http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/4.3.htm

[92] Данные предложения приведены в том же порядке, что и переформулированные нами фундаментальные вопросы кластерного анализа согласно работе [2]

использовать математическое представление объектов не виде переменных со значениями, измеряемыми в различных единицах измерения и в шкалах разного типа, и не матрицу сопряженности с абсолютными частотами встреч признаков по классам или нормализованными Z-вкладами, а *базы знаний*, рассчитанные на основе матрицы сопряженности (матрицы абсолютных частот) с использованием различных аналитических выражений для частных критериев. При этом для всех значений всех переменных используется *одна и та же размерность – это размерность* ***количества информации*** (бит, байт и т.д.), что обеспечивает расчет на основе исходных данных силы и направления влияния на объект всех факторов и их значений и сопоставимую обработку значений переменных, изначальное (в исходных данных) представленных в разных единицах измерения и в шкалах разного типа (количественных – числовых, и качественных – текстовых).

1. Расстояния между объектом и кластером, а также между кластерами предлагается определять с использованием неметрических интегральных критериев, корректных для неортормированных пространств, *одним и тем же методом*: *по суммарному количеству информации*, которое содержится (соответственно) в системе признаков объекта о принадлежности к классу или кластеру, или которое содержится в обобщенных образах двух классов или кластеров об их принадлежности друг к другу.

2. *Координаты* кластера, возникающего как при включении в него *одного* единственного объекта, так и при *объединении многих объектов* в кластеры вычисляются *тем же самым методом*, что и координаты кластера, возникающего при объединении нескольких кластеров, а именно путем применения базовой когнитивной операции (БКОСА): «Обобщение», «Синтез», «Индукция» (БКОСА-3) АСК-анализа.

3. *Объединять* кластеры, т.е. формировать *обобщенные* («многообъектные») кластеры при объединении кластеров предлагается *тем же самым методом*, что и обобщенные образы классов при объединении конкретных образов объектов, т.е. путем применения базовой когнитивной операции (БКОСА): «Обобщение», «Синтез», «Индукция» (БКОСА-3) АСК-анализа.

Основная идея сводится к тому, чтобы кластеризовать не размерные переменные, абсолютные или относительные частоты

или Z-вклады, а ***знания***. Предложения 1-3 являются непосредственными ответами на сформулированные выше фундаментальные вопросы кластерного анализа.

Остановимся подробнее на математическом и алгоритмическом описании этих предложений и затем проиллюстрируем их на простом и наглядном численном примере.

Основная идея. Вспомним приведенный выше пример кластеризации моделей автомобилей, в котором четыре или два цилиндра в двигателе давали такой вклад в сходство-различие моделей, как четыре или два болта, которыми прикручивается регистрационный номер. Из этого примера ясно, что при сравнении объектов и кластеров основную роль должно играть не само *количество* разных деталей или элементов конструкции, а, например, *их влияние на стоимость модели*, выраженное в долларах или на *степень ее пригодности (полезности) для поставленной цели*, тоже выраженное *в одних и тех же* для всех переменных и их значений *единицах измерения.* В АСК-анализе предлагается более радикальное решение: измерять степень и направление влияния всех переменных и их значений на поведение объекта или принадлежность его к тому или иному классу или кластеру *в одних и тех же универсальных единицах измерения, а именно единицах измерения количества информации. Ведь по сути, когда мы узнаем о том, что некий объект обладает определенным признаком, то мы получаем из этого факта некое количество информации о том, что принадлежит к определенной категории (классу, кластеру). А уж сами эти категории могут иметь совершенно различный смысл, в частности классифицировать текущие или будущие состояния объектов, или степень их полезности для достижения тех или иных целей. И что очень важно, при этом не играет абсолютно никакой роли в каких единицах измерения в какой шкале, количественной или качественной, изначально измерялся этот признак: килограммах, долларах, Омах, джоулях, или еще каких-то других.*

Предложение 1-е. В этом смысле в АСК-анализе исчезает существенное различие между классом и кластером и эти термины можно использовать как *синонимы*. Классы в АСК-анализе могут быть различаться степенью обобщенности: чем больше объектов в классе и чем выше вариабельность этих объектов по

их признакам, тем шире представляемая ими генеральная совокупность, по отношению к которой они представляют собой репрезентативную выборку, тем выше степень обобщения в объединяющем их классе. Классы включают один или насколько объектов. Наименьшей степенью обобщения обладают классы, включающие лишь один объект, но и они совершенно не тождественны объекту исходной выборки, т.к. в математической мидели АСК-анализа у них совершенно различные математические формы представления. Кластеры обычно являются классами более высокой степени обобщения, т.к. включают один или несколько классов.

Как реализуется базовая когнитивная операция АСК-анализа «Обобщение», «Синтез», «Индукция» (БКОСА-3) будет рассмотрено ниже при кратком изложении математической модели АСК-анализа.

Предложения 2-е и *3-е* необходимо рассматривать в комплексе, т.к. их смысл в том, что объект при когнитивной кластеризации имеет другую математическую форму, чем объект в исходных данных, а именно такую же форму, как класс и как кластер, т.е. в АСК-анализе возможны классы и кластеры, включающие как один, так и много объектов. При этом для формирования класса состоящего из одного объекта, т.е. при добавлении в пустой кластер первого объекта, используется та же самая математическая процедура, что и при добавлении в него второго и вообще любого нового объекта (в АСК-анализе она называется БКОСА-3), и эта же самая процедура БКОСА-3 используется и при объединении классов или кластеров. При этом *само объединение классов (кластеров) осуществляется путем создания «с нуля» нового класса (кластера) из всех объектов, входящих в объединяемые классы (кластеры), а затем удаления исходных классов (кластеров). Новый объединенный класс (кластер) создается «с нуля» тем же самым методом (*БКОСА-3*), каким впервые создается любой новый класс (*кластер). Теперь рассмотрим, как же это реализовано математически и алгоритмически.

Математическая модель АСК-анализа.

Математическая модель, которая стала основой модели АСК-анализа, была разработана автором в 1979 году, впервые опубликована в 1993 году, а затем и в последующих статьях и

монографиях [7, 3-203], основной из которых является [7], а также в учебных пособиях [8, 10]. Поскольку эта модель описана во многих статьях и монографиях, в данной монографии мы лишь кратко изложим ее суть.

В качестве формальной модели классов и признаков используются соответственно классификационные и описательные шкалы и градации.

Класс формализуется в виде градации классификационной шкалы. Если шкала числовая, то градации шкал представляют собой интервальные значения (числовые интервалы или диапазоны), если же признак качественный, то градация шкалы представляет собой просто уникальное текстовое наименование. Числовым интервалам также присваиваются текстовые наименования.

Признак формализуются в виде шкалы, а значения признака в виде градаций шкалы. Если признак количественный (числовой), то градации шкал представляют собой интервальные значения (числовые интервалы или диапазоны), если же признак качественный, то градация шкалы представляет собой просто уникальное текстовое наименование. Числовым интервалам также присваиваются текстовые наименования.

Математически и классификационные, и описательные шкалы представляются в форме векторов, а градации – в форме значений координат этих векторов, которые могут принимать значения n, где n={0, 1, 2, 3…}, т.е. 0 и натуральные числа.

Описание объекта исходной выборки формализуется в виде вектора, координаты которого имеют значение n, если соответствующий признак встречается n раз, в т.ч. 0, если признак *отсутствует* у объекта.

Например, признак: буква «м» присутствует в объекте: слово «молоко» 1 раз, поэтому значение соответствующего ему элемента вектора этого объекта будет равно 1, признак: буква «о» присутствует в объекте: слово «молоко» 3 раза, поэтому значение соответствующего ему элемента вектора этого объекта будет равно 3, а признак буква «ы» *отсутствует* у этого объекта, поэтому значение соответствующего этому признаку элемента вектора будет равно 0. При программной реализации классификаци-

онные и описательные шкалы и градации представляют собой справочники классов и признаков.

С использованием формального описания всех объектов исходной выборки рассчитывается *таблица сопряженности классов и признаков или корреляционная матрица*, которая в АСК-анализе называется «матрица абсолютных частот» [7] (таблица 40).

Таблица 40 – Матрица абсолютных частот

		Классы					Сумма
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}	
	...						
	i	N_{i1}		N_{ij}		N_{iW}	$N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij}$
	...						
	M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество признаков				$N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij}$			$N = \sum_{i=1}^{W} \sum_{j=1}^{M} N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки				N_j			N

Алгоритм формирования матрицы абсолютных частот.

Объекты обучающей выборки описываются векторами (массивами) $\vec{L} = \{L_i\}$ имеющихся у них признаков:

$$\vec{L} = \{L_i\} = \begin{cases} n, \text{ если у объекта } i\text{-й признак встречается } n \text{ раз}; \\ 0, \text{ если у объекта нет } i\text{-го признака}. \end{cases}$$

Первоначально в матрице абсолютных частот все значения равны нулю. Затем организуется цикл по объектам обучающей выборки. Если предъявленного объекта относящегося к *j-му* классу есть *i-й* признак, то:

$$N_{ij} = N_{ij} + 1;\ N_i = N_i + 1;\ N_j = N_j + 1;\ N = N + 1$$

Отметим, что уже при расчете матрицы абсолютных частот закладываются основы для <u>*решения проблем 4 и 5*</u>. Способ фор-

мирования матрицы абсолютных частот можно рассматривать как ***многоканальную*** *систему выделения полезного сигнала из шума*. Представим себе, что все объекты, предъявляемые для формирования обобщенного образа некоторого класса в действительности являются различными реализациями одного объекта – "Эйдоса" (в смысле Платона), ***по-разному*** *зашумленного различными случайными обстоятельствами* (по-разному, т.к. это шум). И наша задача состоит в том, чтобы подавить этот шум и выделить из него то общее и существенное, что отличает объекты данного класса от объектов других классов. Учитывая, что шум чаще всего является "белым" и имеет свойство при суммировании с самим собой стремиться к нулю, а сигнал при этом наоборот возрастает пропорционально количеству ***слагаемых***, то увеличение объема обучающей выборки (в случае если сигнал эргодичный, т.е. закономерности в предметной области не меняются) приводит ко все лучшему отношению сигнал/шум в матрице абсолютных частот, т.е. к выделению полезной информации из шума. Примерно так мы начинаем постепенно понимать смысл фразы, которую мы сразу не расслышали по телефону и несколько раз переспрашивали. При этом в повторах шум не позволяет понять то одну, то другую часть фразы, но в конце концов за счет использования памяти и интеллектуальной обработки информации мы понимаем ее всю. Так и *объекты, описанные признаками, можно рассматривать как зашумленные фразы, несущие нам информацию об обобщенных образах классов: "Эйдосах" [89], к которым они относятся.* ***И эту информацию мы выделяем из шума при синтезе модели.***

Различные аналитические формы частных критериев в матрицах знаний и неметрических интегральных критериев при определении информационных расстояний.

Непосредственно на основе матрицы абсолютных частот (таблица 40) рассчитываются матрицы знаний (таблица 42). При этом используются различные выражения или коэффиценты для преобразования абсолютных частот в количество знаний[93] (таблица 41), которое в последующем, при решении задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования

[93] Впервые это четко сформулировано проф.В.И.Лойко (2013)

предметной области используются как частные критерии знаний в неметрических интегральных критериях.

Таблица 41 – Различные аналитические формы частных критериев в матрицах знаний и неметрических интегральных критериях при определении информационных расстояний

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
СИМ-1, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
СИМ-2, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
СИМ-3, частный критерий: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми по критерию хи-квадрат абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
СИМ-4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей[94]	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
СИМ-5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
СИМ-6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
СИМ-7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

[94] Предложен Макаревич Л.О.

где:

Александр Александрович Харкевич (21.1(3.2).1904 – 30.3.1965)

$\Psi = \dfrac{Log_2 W}{Log_2 N}$ – упрощеннее выражение для нормировочного коэффициента, переводящего количество информации в биты, предложенного в Е.В.Луценко в 1979 году, обоснованного в [7] и названного автором коэффициентом эмерджентности А.А.Харкевича[95] в честь этого выдающегося советского ученого, внесшего огромный в клад в создание семантической теории информации и *фактически предложившего количественную меру знаний*, директора Института проблем передачи информации АН СССР академика АН СССР.

$$\sigma_I = \sqrt{\frac{1}{M-1}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)}$$

Среднеквадратичное отклонение количества знаний во всех значениях факторов о переходе объекта в *j*-е состояние от среднего количества знаний об этом в этих значениях

$$\bar{I}_j = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} I_{ij}$$

Среднее количество знаний во всех значениях факторов о переходе объекта в *j*-е состояние

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{1}{M-1}\sum_{i=1}^{M}\left(L_i - \bar{L}\right)}$$

Среднеквадратичное отклонение значений вектора описания объекта от среднего этих значений

$$\bar{L} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M} L_i$$

Среднее значений вектора описания объекта

$$P_i = \frac{N_i}{N};\ P_j = \frac{N_j}{N};$$

$$N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij};\ N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij};$$

$$N = \sum_{i=1}^{M} N_i = \sum_{j=1}^{W} N_j = \sum_{i=1}^{W}\sum_{j=1}^{M} N_{ij}$$

В таблице 41 использованы обозначения:

N_{ij} – суммарное количество наблюдений в исследуемой выборке *факта*: "действовало *i-е* значение фактора и объект перешел в *j-е* состояние";

[95] Источник информации: http://www.help-rus-student.ru/text/86/120.htm

N_j – суммарное количество встреч различных значений факторов у объектов, перешедших в *j-е* состояние;

N_i – суммарное количество встреч *i-го* значения фактора у всех объектов исследуемой выборки;

N – суммарное количество встреч различных значений факторов у всех объектов исследуемой выборки.

P_{ij} – условная вероятность перехода объекта в *j-е* состояние *при условии* действия на него *i-го* значения фактора;

P_j – безусловная вероятность перехода объекта в *j-е* состояние (вероятность самопроизвольного перехода или вероятность перехода, посчитанная по всей выборке, т.е. при действии *любого* значения фактора).

P_i – безусловная вероятность встречи *i-го* значения фактора или вероятность его встречи по всей выборке.

Таблица 42 – Матрица знаний (информативностей)

		Классы					Значимость фактора
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$\sigma_1 = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{1j}-\bar{I}_1\right)^2}$
	...						
	i	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$\sigma_i = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{ij}-\bar{I}_i\right)^2}$
	...						
	M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$\sigma_M = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{Mj}-\bar{I}_M\right)^2}$
Степень редукции класса		σ_1		σ_j		σ_W	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W\cdot M-1)}\sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij}-\bar{I}\right)^2}$

Здесь – $\bar{I}_i$ это *среднее* количество знаний в *i-м* значении фактора:

$$\bar{I}_i = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{W} I_{ij}$$

Количественные значения коэффициентов I_{ij} таблицы 42 являются <u>знаниями</u> о том, что "объект перейдет в j-е состояние" если "на объект действует i-е значение фактора".

Утверждение о том, что это именно ***знания***, а не данные или информация (или что-либо еще), требует специального серьезного обоснования, которое дано автором в работах [101, 115, 126, **127**, 128, 144, 194] и ряде других работ, начиная с [7] и здесь не приводится в связи с доступностью этих работ в Internet и достаточно большого объема этого обоснования.

Принципиально важно, что эти весовые коэффициенты не определяются экспертами на основе опыта интуитивным неформализуемым способом, а *рассчитываются непосредственно на основе эмпирических данных на основе теоретически обоснованных моделей, хорошо зарекомендовавших себя на практике при решении широкого круга задач в различных предметных областях.*

Когда количество информации $I_{ij}>0$ – ***i–й*** фактор способствует переходу объекта управления в ***j-е*** состояние, когда $I_{ij}<0$ – препятствует этому переходу, когда же $I_{ij}=0$ – никак не влияет на это. В векторе ***i-го*** фактора (строка матрицы информативностей) отображается, какое количество информации о переходе объекта управления в каждое из будущих состояний содержится в том факте, что данный фактор действует. В векторе ***j-го*** состояния класса (столбец матрицы информативностей) отображается, какое количество информации о переходе объекта управления в соответствующее состояние содержится в каждом из факторов.

Таким образом, матрица информативностей (таблица 42) является обобщенной таблицей решений, в которой входы (факторы) и выходы (будущие состояния объекта управления) связаны друг с другом не с помощью классических (Аристотелевских) импликаций, принимающих только значения: "Истина" и "Ложь", а ***различными значениями истинности, выраженными в битах*** *и принимающими значения от положительного теоретически-максимально-возможного ("Максимальная степень истинности"), до теоретически неограниченного отрицательного ("Степень ложности").*

Фактически предложенная модель позволяет осуществить *синтез обобщенных таблиц решений* для различных предметных областей непосредственно на основе эмпирических исходных данных и *продуцировать на их основе прямые и обратные правдоподобные (нечеткие) логические рассуждения по неклассиче-*

ским схемам ***с различными расчетными значениями истинности***, являющимся обобщением классических импликаций.

Таким образом, данная *модель позволяет рассчитать какое* ***количество знаний*** *содержится в любом факте о наступлении любого события в любой предметной области, причем для этого не требуется повторности этих фактов и событий*. Если же эти повторности осуществляются и при этом наблюдается некоторая вариабельность значений факторов, обуславливающих наступление тех или иных событий, то модель обеспечивает ***многопараметрическую типизацию***, т.е. синтез обобщенных образов классов или категорий наступающих событий с количественной оценкой степени и знака влияния на их наступление различных значений факторов. Причем эти значения факторов могут быть как количественными, так и качественными и измеряться в любых единицах измерения, в любом случае в модели оценивается количество знаний которое в них содержится о наступлении событий, переходе объекта управления в определенные состояния или просто о его принадлежности к тем или иным классам.

Все эти модели (представленные в таблице 41) можно считать различными *вариациями* одной *базовой модели знаний*, в которой мерой связи между признаком и классом является отношение условной вероятности наблюдения признака у объектов класса к безусловной вероятности его наблюдения по всей выборке, так как *отличаются они только способами нормировки частных критериев* ***к нулю*** *при отсутствии причинно-следственной связи между значением фактора и поведением объекта управления или его принадлежностью к тому или иному классу*. Все эти модели поддерживаются новой версией системой "Эйдос-Х++".

Нормировать частные критерии к нулю при отсутствии связи (когда условная вероятность наблюдения признака у объектов класса равно безусловной вероятности его наблюдения по всей выборке: $P_{ij}=P_i$) необходимо, чтобы их было удобно использовать в *аддитивном* интегральном критерии. Это можно сделать разными способами. Например, в ROI (СИМ-4) из отношения условной вероятности к безусловной просто вычитается 1.

Критерий А.Харкевича тесно связан с критерием хи-квадрат. Рассмотрим выражение для частного критерия через аб-

солютные частоты в первой семантической информационной модели (СИМ-1):

$$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$$

Преобразуем это выражение, учитывая, что логарифм отношения равен разности логарифмов:

$$I_{ij} = \Psi \times \left(Log_2 N_{ij} - Log_2 \frac{N_i N_j}{N} \right)$$

Сравнивая полученное выражение с выражением для частного критерия на основе хи-квадрат в СИМ-3 из таблицы 41

$$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$$

видим, что они отличаются только шкалой измерения (логарифмическая шкала или нет) и постоянным множителем, т.е. по сути, единицами измерения. Величина N_{ij} представляет собой фактическое количество наблюдений *i*-го признака у объектов *j*-го класса, а $t_{ij} = \frac{N_i N_j}{N}$ – теоретически ожидаемое в соответствии с критерием хи-квадрат число таких наблюдений.

Также и логарифм отношения условной и безусловной вероятности СИМ-1 и СИМ-2 является разностью их логарифмов:

$$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i} = \Psi \times \left(LogP_{ij} - LogP_i \right)$$

и отличается от разности этих вероятностей (СИМ-5) только постоянным для каждой модели множителем и применением логарифмической шкалы вместо линейной.

В настоящее время для каждой модели в АСК-анализе используется *два аддитивных интегральных критерия*: это свертка (сумма частных критериев по тем признакам, которые встречаются у объекта) и нормированная свертка или корреляция:

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i, \qquad I_j = \frac{1}{\sigma_I \sigma_L} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j \right) \left(L_i - \bar{L} \right),$$

Отметим, что при расчете интегрального критерия на основе матрицы знаний закладываются основы для *решения проблем 4 и 5*. Дело в том, что по своей математической форме интегральный критерий является сверткой (скалярным произведением вектора объекта и вектора класса) или нормированной сверткой, т.е. корреляцией. Это означает, что если эти вектора являются суммой двух сигналов: полезного и белого шума, то *при расчете неметрического интегрального критерия белый шум будет подавляться*, т.к. корреляция белого шума с самим собой (автокорреляция) стремится к нулю по самому определению белого шума. Поэтому интегральный критерий сходства объекта со случным набором признаков с любыми образами классов, или реального объекта с образами классов, сформированными случайным образом, будет близок нулю. Это означает, что ***выбранный интегральный критерий сходства является высокоэффективным средством подавления белого шума и выделения знаний из шума***, который неизбежно присутствует в эмпирических данных.

Важно также отметить ***неметрическую природу*** предложенного в АСК-анализе интегрального критерия сходства, благодаря чему *его применение является* ***корректным*** *и при* ***неортонормированном*** *семантическом информационном пространстве, каким оно в подавляющем количестве случае и является, т.е. в общем случае. В этом состоит предлагаемое в АСК-анализе решение проблем 1.1 и 1.2.*

Метод кластеризации, реализованный в АСК-анализе, в котором сравниваются и объединяются когнитивные модели объектов и классов (кластеров), т.е. их модели, основанные на знаниях и представленные в матрице знаний, будем называть «*Метод когнитивной кластеризации*» или *кластеризацией, основанной на знаниях.* Ясно, что кластеризация, основанная на знаниях, может быть реализована уже не в статистических системах, а только *методами искусственного интеллекта*, т.е. в интеллектуальных системах, работающих с базами знаний. При этом, конечно, может быть разработано много методов кластеризации, основанных на знаниях (не меньше чем уже существующих), отличающихся способами вычисления и представления знаний в различных интеллектуальных системах, а также способами использования знаний для формирования кластеров. В любом случае *кластеризация*

на основе знаний – это новое перспективное направление исследований и разработок, в котором уже есть достижения[96].

Рассмотрим *предлагаемый* алгоритм когнитивной кластеризации в графической и текстовой форме (рисунок 90):

Рисунок 90. Алгоритм когнитивной кластеризации или кластеризации, основанной на знаниях

---

[96] Еще в 1982 Кохоненом представлены модели нейронной сети, обучающейся без учителя, решающей задачи кластеризации, визуализации данных и другие задачи предварительного анализа данных.

Дадим необходимые пояснения к приведенному алгоритму.

1. Если не соответствуют размерности баз данных (БД) классов, признаков и информативностей, то выдать сообщение о необходимости пересинтеза модели.

2. Создать БД абсолютных частот: ABS_KLAS, информативностей: INF_KLAS, сходства классов: MSK_KLAS, а также БД учета объединения классов IterObj1.dbf и занести в них начальную информацию по текущей модели.

Данный режим реализован в модуле _5126 системы «Эйдос» и обеспечивает работу с любой из четырех моделей или со всеми этими моделями по очереди, поддерживаемых системой и приведенных в таблице 41. При этом в базах данных этих моделей ничего не изменяется.

3. Цикл по моделям до тех пор, пока есть похожие классы.

4. Рассчитать матрицу сходства классов MSK_KLAS в текущей модели.

Эта матрица рассчитываемся на основе матрицы ***знаний*** модели, заданной при запуске режима (СИМ-1 – СИМ-4), путем расчета *корреляции* обобщенных образов классов (т.е. векторов или профилей классов).

5. Найти пару наиболее похожих классов в матрице сходства.

Здесь определяются два класса, у которых на предыдущем шаге было обнаружено наивысшее сходство. При этом при запуске режима задается параметр: «Исключать ли артефакты (выбросы)». Если задано исключать, то рассматриваются только положительные уровни сходства, если нет – то и отрицательные, т.е. в этом случае могут быть объединены и *непохожие* классы, но наименее непохожие из всех, если других нет. Считается, что непохожие кассы являются исключениями или «выбросами».

6. Объединить 2 класса с наибольшим уровнем сходства.

Данный пункт алгоритма требует наиболее детальных пояснений. Как же объединяются классы в методе когнитивной кластеризации? Сначала *суммируются* абсолютные частоты этих классов в таблице 40, причем сумма рассчитывается в столбце класса с меньшим кодом, а затем частоты класса с большим кодом обнуляются. После этого в базе знаний (таблица 4) с использованием частного критерия соответствующей модели (таблица 41) пересчитываются *только изменившиеся* столбцы и строки, т.е. пересчитывается столбец класса с меньшим кодом, а столбец класса с большим кодом обнуляется.

7. Отразить информацию об объединении классов в БД IterObj1.dbf.

8. Конец цикла итераций. Проверить критерий остановки и перейти на продолжение итераций (п.9) или на окончание работы (п.10).

9. Пересчитать в базе данных сходства классов (MSK_KLAS) только изменившиеся столбцы и строки. Конец цикла по моделям.

10. Нарисовать дерево объединения классов, псевдографическое: /TXT/AgKlastK.txt и графическое: /PCX/AGLKLAST/TrK-#-##.GIF.

Далее рассмотрим работу предлагаемой математической модели и реализующего ее алгоритма когнитивной кластеризации на простом численном примере.

Численный пример основан на варианте той же задачи из книги Д.Мичи и Р.Джонстона "Компьютер – творец"[97] эта задача приводится (на страницах: 205-208) в качестве примера задачи, решаемой методами искусственного интеллекта. Авторами этой задачи являются Рышард Михальски и Джеймс Ларсон. Суть этой задачи сводится к тому, чтобы выработать правила, обеспечи-

[97] См., например: http://www.twirpx.com/file/1174284/

вающие идентификацию и классификацию железнодорожных составов на основе их формализованных описаний (рисунок 91).

Рисунок 91. Исходные данные по численному примеру в графическом виде

Важно отметить, что в данной задаче речь идет о классификации *изображений* объектов. Признаки этих объектов в данном случае выявляются человеком, однако в принципе могут быть разработаны программы, выявляющие подобные признаки непосредственно из графических файлов с изображениями объектов. Выбор данной задачи не накладывает ограничений на выводы, полученные в результате ее исследования.

Этапы АСК-анализа предметной области

В работе [7] предложены следующие этапы АСК-анализа предметной области:

1. Когнитивная структуризация предметной области, при которой определяется, что мы хотим прогнозировать и на основе чего (конструирование классификационных и описательных *шкал*).

2. Формализация предметной области:

– разработка *градаций* классификационных и описательных шкал (номинального, порядкового и числового типа);

– использование разработанных на предыдущих этапах классификационных и описательных шкал и градаций для фор-

мального описания (кодирования) *исходных данных* (исследуемой выборки).

3. Синтез и верификация (оценка степени адекватности) модели.

4. *Если модель адекватна*, то ее использование для решения задач идентификации, прогнозирования и принятия решений, а также для исследования моделируемой предметной области.

Этап формализации предметной области при небольших размерностях модели (т.е. когда мало классов и признаков) и небольших объемах исходных данных может быть выполнен вручную. Однако даже в этом случае какие-либо изменения на первых этапах создания модели могут быть весьма трудоемкими. А такие изменения могут быть необходимыми и могут осуществляться *многократно*, так как качество модели определяется только на следующем этапе после ее синтеза в процессе верификации. Если же размерность модели и объем исходных данных велики, то вручную выполнить этап формализации предметной области весьма проблематично. Поэтому в системе «Эйдос» реализовано много программных интерфейсов с внешними базами исходных данных различной структуры, которые позволяют автоматизировать этап формализации предметной области, т.е. выполнить его автоматически с учетом параметров формализации, заданных исследователем в диалоге. В численном примере, приведенном в данной статье, автор воспользовался программным интерфейсом формализации предметной области системы «Эйдос», реализованным в программном модуле (режиме) _152, который мы и рассмотрим.

Программный интерфейс ввода исходных в систему «Эйдос».

Скриншот Help режима _152 приведен на рисунке 92, а скриншот экранной формы с диалогом пользователя по заданию параметров формализации предметной области – на рисунках 93 и 94. ***Форма представления исходных данных*** для данного режима, заполненная реальными данными по рассматриваемому численному примеру, приведена в таблице 43. Исходные данные представляются в форме денормализованной таблицы MS Excel, которая затем записывается из самого Excel в виде файла базы данных стандарта DBF 4 (dBASE IV) (*.dbf), непосредственно воспринимаемого системой «Эйдос».

```
I:\WINDOWS\system32\cmd.exe
■ Данный программный интерфейс обеспечивает автоматическое формирование
  классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки
  на основе DBF-файла с исходными данными приведенного ниже стандарта.
■ Этот DBF-файл должен иметь имя: Inp_data.dbf и может быть получен в
  Excel, если выбрать *Сохранить как* и задать тип файла: DBF 4, dBASE IV
  Каждая строка файла содержит данные об одном объекте обучающей выборки.
  Столбцы являются классификационными и описательными шкалами и могут
  быть текстового, целого и числового типа (с десятичными знаками).
■ 1-й столбец содержит наименование источника данных длиной <=15 символов
■ Столбцы со 2-го по N-й являются классификационными шкалами и содержат
■ информацию о классах, к которым принадлежат объекты обучающей выборки.
■ Столбцы с N+1 по последний являются описательными шкалами и содержат
  информацию о признаках, характеризующих эти объекты.
■ Русские наименования классифкационных и описательных ШКАЛ должны быть
  СТРОКАМИ в файле с именем Inp_name.txt стандарта: MS DOS(кирилица)
■ Система находит минимальное и максимальное числовые значения в каждом
  столбце и формирует заданное количество числовых интервалов. Затем чис-
  ловые значения заменяются их интервальными значениями. Каждое УНИКАЛЬ-
  НОЕ текстовое или интервальное значение считается градацией классифика-
  ционной или описательной шкалы, характеризующей объект.
■ Затем с использованием этой информации генерируется обучающая выборка,
  в которой каждой строке DBF-файла исходных данных соотвествует одна
  физическая анкета, содержащая столько логических анкет, сколько уни-
  кальных классов в диапазоне столбцов классов, и коды признаков, кото-
  рые соответствуют попаданиям числовых значений признаков в интервалы.
```

Рисунок 92. Скриншот Help программного интерфейса формализации предметной области системы «Эйдос» (режим _152)

```
I:\WINDOWS\system32\cmd.exe
ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ИМПОРТА ДАННЫХ ИЗ DBF-ФАЙЛА СТАНДАРТА11:30:20.Н.ЛЕБЕДЕВА
 ГЕНЕРАЦИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ И ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

 Столбцы являются классификационными и описательными шкалами и могут содер-
 жать данные текстового (номинального), целого (порядкового) и числового типа
 (с десятичными знаками после запятой в форме интервальных значений).

                          ЗАДАЙТЕ РЕЖИМ:
     1. Формализации предметной  области (на основе файла: Inp_data.dbf)
     2. Генерации распознаваемой выборки (на основе файла: Inp_rasp.dbf)
       1

       На сколько частей N разбивать обучающую выборку из 40 записей?    1

       Считать нули и пробелы отсутствием данных? [1]-да, [2]-нет: 1

           Задайте диапазон номеров столбцов классов  :    2     3
           Задайте диапазон номеров столбцов признаков:    4    19

Создавать анкеты исходной выборки по строкам Inp_data-[1],классам-[2],1и2-[3]: 2


     Задайте СУММАРНОЕ количество градаций в описательных      шкалах:  55
```

Рисунок 93. Скриншот экранной формы диалога пользователя по заданию параметров формализации предметной области системы «Эйдос» (режим _152)

```
I:\WINDOWS\system32\cmd.exe
ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ИМПОРТА ДАННЫХ ИЗ DBF-ФАЙЛА СТАНДАРТА11:32:57.Н.ЛЕБЕДЕВА
 ГЕНЕРАЦИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ И ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

 Столбцы являются классификационными и описательными шкалами и могут содер-
 жать данные текстового (номинального), целого (порядкового) и числового типа
 (с десятичными знаками после запятой в форме интервальных значений).

          ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ (Выход из диалога - 0)

     СУММАРНОЕ КОЛИЧЕСТВО ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ СИМ(кл/пр):     12 x 55
```

	Классификационные			Описательные		
	Шкалы	Градации	Гр/шк	Шкалы	Градации	Гр/шк
Числовые	0	0	0	2	10	5
Текстовые	2	12	6	14	45	3
ВСЕГО:	2	12	6	16	55	3

```
     Выход из диалога и расчета кол-ва градаций в числовых шкалах - 0:   1
```

Рисунок 94. Скриншот экранной формы диалога пользователя по заданию параметров формализации предметной области системы «Эйдос» (режим _152)

Таблица 43 – Exel-форма для представления исходных данных по численному примеру

Источник информации	Классификационные шкалы		Описательные шкалы															
	Состав следует на	Название состава	Кол-во вагонов	Суммарный вес	Форма вагона	Длина вагона	Кол-во осей	Грузоемкость вагона	Вид стенок вагона	Вид крыши вагона	Груз-отсутствует	Треугольник_п	Треугольник_перевернутый	Груз-ромб	Груз-овал	Груз-квадрат	Треугольник_крот	Треугольник_длин-
Состав-01 в целом	ВОСТОК	Состав-01	**4**	**61,000**														
Состав-02 в целом	ВОСТОК	Состав-02	**3**	**21,000**														
Состав-03 в целом	ВОСТОК	Состав-03	**3**	**24,000**														
Состав-04 в целом	ВОСТОК	Состав-04	**3**	**45,000**														
Состав-05 в целом	ВОСТОК	Состав-05	**3**	**22,000**														
Состав-06 в целом	ЗАПАД	Состав-06	**2**	**20,000**														
Состав-07 в целом	ЗАПАД	Состав-07	**3**	**14,000**														
Состав-08 в целом	ЗАПАД	Состав-08	**2**	**11,000**														
Состав-09 в целом	ЗАПАД	Состав-09	**3**	**18,000**														
Состав-10 в целом	ЗАПАД	Состав-10	2	**12,000**														
Сост-01,ваг-1	ВОСТОК	Состав-01			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует					1			
Сост-01,ваг-2	ВОСТОК	Состав-01			Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Отсутствует				1				
Сост-01,ваг-3	ВОСТОК	Состав-01			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Треугольная		1						
Сост-01,ваг-4	ВОСТОК	Состав-01			Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Отсутствует						3		
Сост-02,ваг-1	ВОСТОК	Состав-02			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Прямая					2			
Сост-02,ваг-2	ВОСТОК	Состав-02			V-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует							1	
Сост-02,ваг-3	ВОСТОК	Состав-02			U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует		1						
Сост-03,ваг-1	ВОСТОК	Состав-03			Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Прямая			1					
Сост-03,ваг-2	ВОСТОК	Состав-03			Ромбовидная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Прямая		1						
Сост-03,ваг-3	ВОСТОК	Состав-03			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует					1			
Сост-04,ваг-1	ВОСТОК	Состав-04			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует						1		
Сост-04,ваг-2	ВОСТОК	Состав-04			Овальная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Овальная				1				
Сост-04,ваг-3	ВОСТОК	Состав-04			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Двойные	Отсутствует		1						
Сост-04,ваг-4	ВОСТОК	Состав-04			U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует		1						
Сост-05,ваг-1	ВОСТОК	Состав-05			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Прямая					1			
Сост-05,ваг-2	ВОСТОК	Состав-05			Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Прямая								1
Сост-05,ваг-3	ВОСТОК	Состав-05			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Двойные	Отсутствует		1						
Сост-06,ваг-1	ЗАПАД	Состав-06			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует		1						
Сост-06,ваг-2	ЗАПАД	Состав-06			Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Прямая					3			
Сост-07,ваг-1	ЗАПАД	Состав-07			Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Гофрированная	1							
Сост-07,ваг-2	ЗАПАД	Состав-07			U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует		1						
Сост-07,ваг-3	ЗАПАД	Состав-07			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Двойные	Отсутствует					1			
Сост-08,ваг-1	ЗАПАД	Состав-08			U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует					1			
Сост-08,ваг-2	ЗАПАД	Состав-08			Прямоугольная	Длинный	3	80,0	Одинарные	Прямая								1
Сост-09,ваг-1	ЗАПАД	Состав-09			V-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует					1			
Сост-09,ваг-2	ЗАПАД	Состав-09			Прямоугольная	Короткий	2	40,0	Одинарные	Отсутствует							1	
Сост-09,ваг-3	ЗАПАД	Состав-09			Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Гофрированная								1
Сост-09,ваг-4	ЗАПАД	Состав-09			V-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует					1			
Сост-10,ваг-1	ЗАПАД	Состав-10			Прямоугольная	Длинный	2	60,0	Одинарные	Отсутствует							2	
Сост-10,ваг-2	ЗАПАД	Состав-10			U-образная	Короткий	2	30,0	Одинарные	Отсутствует							1	

Результаты формализации предметной области.

В результате работы программного интерфейса _152 автоматически формируются классификационные и описательные шкалы и градации и с их использованием кодируются исходные данные, в результат чего формируется обучающая выборка (таблицы 44 – 47):

Таблица 44 – Справочник классов (классификационных шкал и градаций)

KOD	NAME
1	Состав следует на ВОСТОК
2	Состав следует на ЗАПАД
3	Состав-01
4	Состав-02
5	Состав-03
6	Состав-04
7	Состав-05
8	Состав-06
9	Состав-07
10	Состав-08
11	Состав-09
12	Состав-10

В таблице 44, по сути, приведены *исходные кластеры*, первые два из которых являются составными или «полиобъектными» (решение о принадлежности объектов к тому или иному составному классу принималось экспертом – учителем), а последующие 10 – «монообъетными». Первый полиобъектный класс состоит из объектов с кодами 3-7, а второй – 8-12, монообъектные классы состоят из объектов с кодами от 3 до 12.

Таблица 45 – Справочник признаков (описательных шкал и градаций)

Код	Наименование	Ед.изм.	Тип шкалы
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-2	Шт.	Порядковая (целочисленная)
2	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-3		
3	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4		
4	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 1/5-{11.00, 21.00}	Тонны	Числовая (в интервальных значениях)
5	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 2/5-{21.00, 31.00}		
6	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 3/5-{31.00, 41.00}		
7	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 4/5-{41.00, 51.00}		
8	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}		
9	ФОРМА ВАГОНА-U-образная		Текстовая (номинальная)
10	ФОРМА ВАГОНА-V-образная		
11	ФОРМА ВАГОНА-Овальная		

12	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная		
13	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная		
14	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный		Порядковая (целочисленная)
15	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий		
16	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2	Шт.	Порядковая (целочисленная)
17	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3		
18	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	Тонны	Числовая (в интервальных значениях)
19	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}		
20	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}		
21	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}		
22	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}		
23	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	Шт.	Порядковая (целочисленная)
24	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные		
25	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		Текстовая (номинальная)
26	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная		
27	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует		
28	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая		
29	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная		
30	ГРУЗ-ОТСУТСТВУЕТ-0001		Текстовая (номинальная)
31	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001		
32	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПЕРЕВЕРНУТЫЙ-0001		
33	ГРУЗ-РОМБ-0001		
34	ГРУЗ-ОВАЛ-0001		
35	ГРУЗ-ОВАЛ-0002		
36	ГРУЗ-ОВАЛ-0003		
37	ГРУЗ-КВАДРАТ-0001		
38	ГРУЗ-КВАДРАТ-0003		
39	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0001		
40	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0002		
41	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_ДЛИННЫЙ-0001		

Отметим, что эти признаки объектов формализуются в текстовых (номинальных), порядковых (целочисленных) и числовых (со знаками после запятой) шкалах и измеряются в разных единицах измерения, которые можно ввести только для числовых и порядковых шкал.

Соответственно и *исходные данные (исследуемая выборка)* представлены в форме переменных с количественными и качественными значениями, измеряемыми в различных единицах измерения и формализуемыми в шкалах различного типа. Но в исходных данных есть информация не только о признаках объектов, но и об их принадлежности к тем или иным классам (полиобъектным или монообъектным). Вся эта информация представлена в обучающей выборке, стоящей из двух баз данных, базы заголовков и базы признаков, связанных отношением «один ко многим» по полю «Код объекта» (таблицы 46 и 47):

Таблица 46 – Обучающая выборка (база заголовков)

Код объекта	Наименование объекта	Коды классов	
41	ВОСТОК	1	
42	ЗАПАД	2	
43	Состав-01	3	1
44	Состав-02	4	1
45	Состав-03	5	1
46	Состав-04	6	1
47	Состав-05	7	1
48	Состав-06	8	2
49	Состав-07	9	2
50	Состав-08	10	2
51	Состав-09	11	2
52	Состав-10	12	2

Таблица 47 – Обучающая выборка (база признаков)

Код объекта	Коды признаков										
41	3	8	2	4	5	2	5	2	7	2	5
41	15	16	18	19	24	27	34	12	14	17	22
41	27	33	12	15	16	18	19	24	29	31	12
41	16	20	21	24	27	38	12	15	16	18	19
41	28	35	10	15	16	18	24	27	39	9	15
41	18	24	27	31	12	14	17	22	24	28	32
41	15	16	18	19	24	28	31	12	15	16	18
41	24	27	34	12	15	16	18	19	24	27	37
41	15	16	18	19	24	26	33	12	15	16	18
41	23	27	31	9	15	16	18	24	27	31	12
41	16	18	19	24	28	34	12	14	17	22	24
41	41	12	15	16	18	19	23	27	31		
42	1	4	2	4	1	4	2	4	1	4	12
42	16	18	19	24	27	31	12	14	16	20	21
42	28	36	12	14	16	20	21	24	25	30	9
42	16	18	24	27	31	12	15	16	18	19	23
42	34	9	15	16	18	24	27	34	12	14	17
42	24	28	41	10	15	16	18	24	27	34	12
42	16	18	19	24	27	39	12	14	16	20	21
42	25	41	10	15	16	18	24	27	34	12	14
42	20	21	24	27	40	9	15	16	18	24	27
42	39										
43	3	8	12	15	16	18	19	24	27	34	12
43	17	22	24	27	33	12	15	16	18	19	24
43	31	12	14	16	20	21	24	27	38		
44	2	4	5	12	15	16	18	19	24	28	35
44	15	16	18	24	27	39	9	15	16	18	24
44	31										
45	2	5	12	14	17	22	24	28	32	13	15
45	18	19	24	28	31	12	15	16	18	19	24

45	34										
46	2	7	12	15	16	18	19	24	27	37	11
46	16	18	19	24	26	33	12	15	16	18	19
46	27	31	9	15	16	18	24	27	31		
47	2	5	12	15	16	18	19	24	28	34	12
47	17	22	24	28	41	12	15	16	18	19	23
47	31										
48	1	4	12	15	16	18	19	24	27	31	12
48	16	20	21	24	28	36					
49	2	4	12	14	16	20	21	24	25	30	9
49	16	18	24	27	31	12	15	16	18	19	23
49	34										
50	1	4	9	15	16	18	24	27	34	12	14
50	22	24	28	41							
51	2	4	10	15	16	18	24	27	34	12	15
51	18	19	24	27	39	12	14	16	20	21	24
51	41	10	15	16	18	24	27	34			
52	1	4	12	14	16	20	21	24	27	40	9
52	16	18	24	27	39						

В системе «Эйдос» есть режим _25, экранная форма которого приведена на рисунке 95, обеспечивающий как расчет всех четырех типов моделей (СИМ-1 – СИМ-4), отличающихся видом частных критериев (таблица 41), так и измерение их достоверности с двумя видами интегральных критериев: сверткой и корреляцией.

Рисунок 95. Экранная форма режима _25 системы «Эйдос»

В результате работы режима _25 формируется матрица абсолютных частот (таблица 10) и матрицы знаний четырех моделей (таблицы 48 – 52):

Таблица 48 – Матрица абсолютных частот

Код	Наименование	Классы												Сумма
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-2		6						1		1		1	9
2	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-3	8	4		1	1	1	1		1		1		18
3	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4	2		1										3
4	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 1/5-{11.00, 21.00}	2	10		1				1	1	1	1	1	18
5	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 2/5-{21.00, 31.00}	6			1	1		1						9
6	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 3/5-{31.00, 41.00}													
7	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 4/5-{41.00, 51.00}	2					1							3
8	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}	2		1										3
9	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	4	6		1		1			1	1		1	15
10	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	1	4									2		7
11	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	1					1							2
12	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	23	16	4	1	2	2	3	2	2	1	2	1	59
13	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	1				1								2
14	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	5	9	1		1				1	1	1	1	20
15	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	24	11	2	3	2	3	2	1	1	1	3		53
16	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2	26	22	3	3	1	4	2	2	3	1	3	2	72
17	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3	6	1	1		1		1						10
18	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	26	16	2	3	2	4	2	1	2	1	3	1	63
19	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	18	6	2	1	2	3	2	1	1		1		37
20	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	2	8	1					1	1		1	1	15
21	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	2	8	1					1	1		1	1	15
22	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	6	1	1		1		1			1			11
23	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	3	2					1		1				7
24	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	28	22	4	3	3	3	2	2	2	2	4	2	77
25	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		3							1				4
26	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	2					1							3
27	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	17	16	3	1		3		1	1	1	3	2	48
28	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	9	4		1	2		2	1		1			20
29	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	1												1
30	ГРУЗ-ОТСУТСТВУЕТ-0001		2							1				3
31	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001	12	4	1	1	1	2	1	1	1				24
32	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПЕРЕВЕРНУТЫЙ-0001	2				1								3
33	ГРУЗ-РОМБ-0001	4		1			1							6
34	ГРУЗ-ОВАЛ-0001	6	8	1		1		1		1	1	2		21
35	ГРУЗ-ОВАЛ-0002	2			1									3
36	ГРУЗ-ОВАЛ-0003		2						1					3
37	ГРУЗ-КВАДРАТ-0001	2					1							3
38	ГРУЗ-КВАДРАТ-0003	2		1										3
39	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0001	2	4		1							1	1	9
40	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0002		2										1	3
41	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_ДЛИННЫЙ-0001	2	4					1			1	1		9
	Суммарное количество признаков	261	201	31	23	23	31	23	17	23	15	30	16	694

Таблица 49 – Матрица знаний СИМ-1 (в сантибитах)

Код	Наименование	Классы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-2		46						83		90		86
2	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-3	9	-15		28	28	12	28		28		14	
3	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4	31		110									
4	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 1/5-{11.00, 21.00}	-67	36		28				45	28	52	14	48
5	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 2/5-{21.00, 31.00}	31			66	66		66					
6	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 3/5-{31.00, 41.00}												
7	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 4/5-{41.00, 51.00}	31					110						
8	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}	31		110									
9	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	-19	18		38		22			38	62		58
10	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	-53	37									103	
11	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	16					132						
12	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	2	-4	23	-37	1	-15	23	18	1	-13	-13	-17
13	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	16				149							
14	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	-22	24	6		23				23	46	8	42
15	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	10	-18	-9	29	7	13	7	-14	-31	-7	15	
16	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2	-2	3	-4	13	-48	12	-10	7	13	-24	-2	10
17	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3	26	-58	44		61		61					
18	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	5	-7	-19	20	-2	19	-2	-24	-2	-17	5	-20
19	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	14	-32	10	-11	27	33	27	5	-11		-26	
20	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	-57	33	22					55	38		24	58
21	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	-57	33	22					55	38		24	58
22	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	20	-63	39		55		55			79		
23	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	7	-1					80		80			
24	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	-2	-1	8	9	9	-7	-13	3	-13	10	10	7
25	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		52							111			
26	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	31					110						
27	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	-3	8	18	-25		18		-9	-25	-2	20	32
28	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	10	-20		23	61		61	39		46		
29	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	54											
30	ГРУЗ-ОТСУТСТВУЕТ-0001		46							126			
31	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001	16	-30	-4	13	13	34	13	29	13			
32	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПЕРЕВЕРНУТЫЙ-0001	31				126							
33	ГРУЗ-РОМБ-0001	31		72			72						
34	ГРУЗ-ОВАЛ-0001	-15	15	4		20		20		20	43	43	
35	ГРУЗ-ОВАЛ-0002	31			126								
36	ГРУЗ-ОВАЛ-0003		46						143				
37	ГРУЗ-КВАДРАТ-0001	31					110						
38	ГРУЗ-КВАДРАТ-0003	31		110									
39	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0001	-29	23		66							52	86
40	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0002		46										146
41	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_ДЛИННЫЙ-0001	-29	23					66			90	52	

Таблица 50 – Матрица знаний СИМ-2 (в 0.01 исходных ед.изм.)

Код	Наименование	Классы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-2		129						129		129		129
2	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-3	70	-30		29	29	29	29		29		29	
3	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4	129		287									
4	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 1/5-{11.00, 21.00}	-130	103		29				29	29	29	29	29
5	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 2/5-{21.00, 31.00}	129			129	129		129					
6	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 3/5-{31.00, 41.00}												
7	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 4/5-{41.00, 51.00}	129					287						
8	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}	129		287									
9	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	-3	55		55		55			55	55		55
10	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	-93	107									265	
11	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	87					346						
12	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	52	-1	58	-142	-42	-42	16	-42	-42	-142	-42	-142
13	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	87				346							
14	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	-13	72	14		14				14	14	14	14
15	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	73	-39	-27	32	-27	32	-27	-127	-127	-127	32	
16	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2	40	16	-13	-13	-171	29	-71	-71	-13	-171	-13	-71
17	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3	114	-145	114		114		114					
18	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	60	-10	-52	7	-52	48	-52	-152	-52	-152	7	-152
19	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	83	-75	25	-75	25	83	25	-75	-75		-75	
20	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	-103	97	55					55	55		55	55
21	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	-103	97	55					55	55		55	55
22	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	100	-158	100		100		100			100		
23	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	65	7					165		165			
24	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	42	7	19	-22	-22	-22	-81	-81	-81	-81	19	-81
25	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная		146							246			
26	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	129					287						
27	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	38	29	46	-113		46		-113	-113	-113	46	-13
28	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	72	-45		14	114		114	14		14		
29	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	187											
30	ГРУЗ-ОТСУТСТВУЕТ-0001		129							287			
31	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001	87	-71	-13	-13	-13	87	-13	-13	-13			
32	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПЕРЕВЕРНУТЫЙ-0001	129				287							
33	ГРУЗ-РОМБ-0001	129		187			187						
34	ГРУЗ-ОВАЛ-0001	7	48	7		7		7		7	7	107	
35	ГРУЗ-ОВАЛ-0002	129			287								
36	ГРУЗ-ОВАЛ-0003		129						287				
37	ГРУЗ-КВАДРАТ-0001	129					287						
38	ГРУЗ-КВАДРАТ-0003	129		287									
39	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0001	-30	70		129							129	129
40	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0002		129										287
41	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_ДЛИННЫЙ-0001	-30	70					129			129	129	

Таблица 51 – Матрица знаний СИМ-3 (в 0.01 исходных ед.изм.)

Код	Наименование	Классы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-2	-338	339	-40	-30	-30	-40	-30	78	-30	81	-39	79
2	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-3	123	-121	-80	40	40	20	40	-44	40	-39	22	-41
3	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4	87	-87	87	-10	-10	-13	-10	-7	-10	-6	-13	-7
4	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 1/5-{11.00, 21.00}	-477	479	-80	40	-60	-80	-60	56	40	61	22	59
5	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 2/5-{21.00, 31.00}	262	-261	-40	70	70	-40	70	-22	-30	-19	-39	-21
6	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 3/5-{31.00, 41.00}												
7	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 4/5-{41.00, 51.00}	87	-87	-13	-10	-10	87	-10	-7	-10	-6	-13	-7
8	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}	87	-87	87	-10	-10	-13	-10	-7	-10	-6	-13	-7
9	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	-164	166	-67	50	-50	33	-50	-37	50	68	-65	65
10	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	-163	197	-31	-23	-23	-31	-23	-17	-23	-15	170	-16
11	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	25	-58	-9	-7	-7	91	-7	-5	-7	-4	-9	-5
12	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	81	-109	136	-96	4	-64	104	55	4	-28	-55	-36
13	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	25	-58	-9	-7	93	-9	-7	-5	-7	-4	-9	-5
14	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	-252	321	11	-66	34	-89	-66	-49	34	57	14	54
15	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	407	-435	-37	124	24	63	24	-30	-76	-15	71	-122
16	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2	-108	115	-22	61	-139	78	-39	24	61	-56	-11	34
17	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3	224	-190	55	-33	67	-45	67	-24	-33	-22	-43	-23
18	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	231	-225	-81	91	-9	119	-9	-54	-9	-36	28	-45
19	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	409	-472	35	-23	77	135	77	9	-23	-80	-60	-85
20	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	-364	366	33	-50	-50	-67	-50	63	50	-32	35	65
21	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	-364	366	33	-50	-50	-67	-50	63	50	-32	35	65
22	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	186	-219	51	-36	64	-49	64	-27	-36	76	-48	-25
23	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	37	-3	-31	-23	-23	-31	77	-17	77	-15	-30	-16
24	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	-96	-30	56	45	45	-44	-55	11	-55	34	67	22
25	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная	-150	184	-18	-13	-13	-18	-13	-10	87	-9	-17	-9
26	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	87	-87	-13	-10	-10	87	-10	-7	-10	-6	-13	-7
27	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	-105	210	86	-59	-159	86	-159	-18	-59	-4	93	89
28	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	148	-179	-89	34	134	-89	134	51	-66	57	-86	-46
29	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	62	-29	-4	-3	-3	-4	-3	-2	-3	-2	-4	-2
30	ГРУЗ-ОТСУТСТВУЕТ-0001	-113	113	-13	-10	-10	-13	-10	-7	90	-6	-13	-7
31	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001	297	-295	-7	20	20	93	20	41	20	-52	-104	-55
32	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПЕРЕВЕРНУТЫЙ-0001	87	-87	-13	-10	90	-13	-10	-7	-10	-6	-13	-7
33	ГРУЗ-РОМБ-0001	174	-174	73	-20	-20	73	-20	-15	-20	-13	-26	-14
34	ГРУЗ-ОВАЛ-0001	-190	192	6	-70	30	-94	30	-51	30	55	109	-48
35	ГРУЗ-ОВАЛ-0002	87	-87	-13	90	-10	-13	-10	-7	-10	-6	-13	-7
36	ГРУЗ-ОВАЛ-0003	-113	113	-13	-10	-10	-13	-10	93	-10	-6	-13	-7
37	ГРУЗ-КВАДРАТ-0001	87	-87	-13	-10	-10	87	-10	-7	-10	-6	-13	-7
38	ГРУЗ-КВАДРАТ-0003	87	-87	87	-10	-10	-13	-10	-7	-10	-6	-13	-7
39	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0001	-138	139	-40	70	-30	-40	-30	-22	-30	-19	61	79
40	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0002	-113	113	-13	-10	-10	-13	-10	-7	-10	-6	-13	93
41	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_ДЛИННЫЙ-0001	-138	139	-40	-30	-30	-40	70	-22	-30	81	61	-21

Таблица 52 – Матрица знаний СИМ-4 (в 0.01 исходных ед.изм.)

Код	Наименование	Классы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-2	-100	130	-100	-100	-100	-100	-100	354	-100	414	-100	382
2	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-3	18	-23	-100	68	68	24	68	-100	68	-100	29	-100
3	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4	77	-100	646	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
4	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 1/5-{11.00, 21.00}	-70	92	-100	68	-100	-100	-100	127	68	157	29	141
5	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 2/5-{21.00, 31.00}	77	-100	-100	235	235	-100	235	-100	-100	-100	-100	-100
6	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 3/5-{31.00, 41.00}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 4/5-{41.00, 51.00}	77	-100	-100	-100	-100	646	-100	-100	-100	-100	-100	-100
8	СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}	77	-100	646	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
9	ФОРМА ВАГОНА-U-образная	-29	38	-100	101	-100	49	-100	-100	101	208	-100	189
10	ФОРМА ВАГОНА-V-образная	-62	97	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	561	-100
11	ФОРМА ВАГОНА-Овальная	33	-100	-100	-100	-100	1019	-100	-100	-100	-100	-100	-100
12	ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная	4	-6	52	-49	2	-24	53	38	2	-22	-22	-26
13	ФОРМА ВАГОНА-Ромбовидная	33	-100	-100	-100	1409	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
14	ДЛИНА ВАГОНА-Длинный	-34	55	12	-100	51	-100	-100	-100	51	131	16	117
15	ДЛИНА ВАГОНА-Короткий	20	-28	-16	71	14	27	14	-23	-43	-13	31	-100
16	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2	-4	6	-7	26	-58	24	-16	13	26	-36	-4	20
17	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3	60	-65	124	-100	202	-100	202	-100	-100	-100	-100	-100
18	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}	10	-12	-29	44	-4	42	-4	-35	-4	-27	10	-31
19	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}	29	-44	21	-18	63	82	63	10	-18	-100	-37	-100
20	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}	-65	84	49	-100	-100	-100	-100	172	101	-100	54	189
21	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}	-65	84	49	-100	-100	-100	-100	172	101	-100	54	189
22	ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}	45	-69	104	-100	174	-100	174	-100	-100	321	-100	-100
23	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Двойные	14	-1	-100	-100	-100	-100	331	-100	331	-100	-100	-100
24	ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные	-3	-1	16	18	18	-13	-22	6	-22	20	20	13
25	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Гофрированная	-100	159	-100	-100	-100	-100	-100	-100	654	-100	-100	-100
26	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Овальная	77	-100	-100	-100	-100	646	-100	-100	-100	-100	-100	-100
27	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует	-6	15	40	-37	-100	40	-100	-15	-37	-4	45	81
28	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Прямая	20	-31	-100	51	202	-100	202	104	-100	131	-100	-100
29	ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Треугольная	166	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
30	ГРУЗ-ОТСУТСТВУЕТ-0001	-100	130	-100	-100	-100	-100	-100	-100	906	-100	-100	-100
31	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001	33	-42	-7	26	26	87	26	70	26	-100	-100	-100
32	ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПЕРЕВЕРНУТЫЙ-0001	77	-100	-100	-100	906	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
33	ГРУЗ-РОМБ-0001	77	-100	273	-100	-100	273	-100	-100	-100	-100	-100	-100
34	ГРУЗ-ОВАЛ-0001	-24	32	7	-100	44	-100	44	-100	44	120	120	-100
35	ГРУЗ-ОВАЛ-0002	77	-100	-100	906	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
36	ГРУЗ-ОВАЛ-0003	-100	130	-100	-100	-100	-100	-100	1261	-100	-100	-100	-100
37	ГРУЗ-КВАДРАТ-0001	77	-100	-100	-100	-100	646	-100	-100	-100	-100	-100	-100
38	ГРУЗ-КВАДРАТ-0003	77	-100	646	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
39	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0001	-41	53	-100	235	-100	-100	-100	-100	-100	-100	157	382
40	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_КОРОТКИЙ-0002	-100	130	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	1346
41	ГРУЗ-ПРЯМОУГОЛЬНИК_ДЛИННЫЙ-0001	-41	53	-100	-100	-100	-100	235	-100	-100	414	157	-100

Рассмотрим формальные модели объектов в исходных данных, матрице абсолютных частот (сопряженности), а также в базах знаний.

1. В исходной выборке объект (мы выбрали «Состав-1») представляется в виде:

```
                    ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА обучающей выборки N°43
12-09-11  06:29:53                                                  г.Краснодар
==============================================================================
|  Код |              Наименования классов  распознавания                    |
==============================================================================
|    1 | СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ВОСТОК                                            |
|    3 | НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-01                                          |
==============================================================================
|  Код |              С о д е р ж а н и е   в о п р о с а                    |
==============================================================================
|    3 | КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ-4                                                |
|    8 | СУММАРНЫЙ ВЕС ГРУЗА: 5/5-{51.00, 61.00}                             |
|   12 | ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная                                          |
|   15 | ДЛИНА ВАГОНА-Короткий                                               |
|   16 | КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2                                            |
|   18 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}                         |
|   19 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}                         |
|   24 | ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные                                         |
|   27 | ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует                                        |
|   34 | ГРУЗ-ОВАЛ-0001                                                      |
|   12 | ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная                                          |
|   17 | КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-3                                            |
|   22 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 5/5-{70.00, 80.00}                         |
|   24 | ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные                                         |
|   27 | ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует                                        |
|   33 | ГРУЗ-РОМБ-0001                                                      |
|   12 | ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная                                          |
|   15 | ДЛИНА ВАГОНА-Короткий                                               |
|   16 | КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2                                            |
|   18 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 1/5-{30.00, 40.00}                         |
|   19 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 2/5-{40.00, 50.00}                         |
|   24 | ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные                                         |
|   31 | ГРУЗ-ТРЕУГОЛЬНИК_ПРЯМОЙ-0001                                        |
|   12 | ФОРМА ВАГОНА-Прямоугольная                                          |
|   14 | ДЛИНА ВАГОНА-Длинный                                                |
|   16 | КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА-2                                            |
|   20 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 3/5-{50.00, 60.00}                         |
|   21 | ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ВАГОНА: 4/5-{60.00, 70.00}                         |
|   24 | ВИД СТЕНОК ВАГОНА-Одинарные                                         |
|   27 | ВИД КРЫШИ ВАГОНА-Отсутствует                                        |
|   38 | ГРУЗ-КВАДРАТ-0003                                                   |
==============================================================================
Универсальная когнитивная аналитическая система                  НПП *ЭЙДОС*
```

Как видно, это описание включает признаки различной природы, измеряемые в различных единицах измерения и в шкалах различного типа: номинальных (текстовых), порядковых и числовых, причем последние системой «Эйдос» представлены в виде шкал интервальных числовых значений.

2. В матрице абсолютных частот столбцы соответствуют классам. Но мы можем приводить пример с данным объектом (для удобства он выделен на светло-желтом фоне), т.к. ему соответствует монообъектный класс. В матрице абсолютных частот

этот же объект представлен в виде вектора с элементами, соответствующими признакам (градациям описательных шкал), имеющими значения:

0 – если, признак не встречается у объекта;

n – если, признак встречается n раз.

3. В матрицах знаний этот же объект представлен в виде вектора с элементами, соответствующими признакам (градациям описательных шкал), имеющими значения количества знаний о принадлежности или непринадлежности объекта к классу, если у него есть определенный признак. В матрице знаний СИМ-1 это количество знаний представлено в сантибитах (сотых долях бита), если оно больше 0, то это знания о принадлежности, если меньше – то о непринадлежности.

Мы видим, насколько *существенно* отличаются модели объекта в классических методах кластерного анализа, которые оперируют 1-й и 2-й формами представления, и в АСК-анализе и системе «Эйдос», оперирующей 3-й формой представления, основанной на базах знаний с различными частными критериями для расчета количества знаний. Соответственно различаются и результаты кластерного анализа в классических методах и методе когнитивной кластеризации. Кроме того, эти формы представления объектов порождает или позволяет решить ряд проблем кластерного анализа.

Модели СИМ-1, СИМ-2, СИМ-3 и СИМ-4, отличающиеся частными критериями, имеют различную ***достоверность*** при использовании различных интегральных критериев, которая рассчитывается, в частности, в режиме _25 системы «Эйдос» (таблица 53):

Таблица 53 – Достоверность моделей СИМ-1, СИМ-2, СИМ-3, СИМ-4 с различными интегральными критериями

Тип модели	Интегральный критерий	Дата и время расчета		Достоверность идентификации	Достоверность неидентификации	Средняя достоверность
СИМ-1	Корреляция	11-09-11	14:32:20	70,727	93,400	82,064
СИМ-1	Свертка	11-09-11	14:32:23	100,000	37,906	68,953
СИМ-2	Корреляция	11-09-11	14:32:28	81,701	98,344	90,023
СИМ-2	Свертка	11-09-11	14:32:31	97,558	56,038	76,798
СИМ-3	Корреляция	11-09-11	14:32:37	100,000	72,525	86,263
СИМ-3	Свертка	11-09-11	14:32:39	100,000	77,469	88,734
СИМ-4	Корреляция	11-09-11	14:32:45	100,000	71,981	85,991
СИМ-4	Свертка	11-09-11	14:32:47	100,000	84,613	92,306

На разных исходных данных преимущества по достоверности имеют различные модели.

Неортонормированность когнитивного пространства признаков в рассматриваемом численном примере *подтверждается* тем, что корреляционная матрица признаков *не является диагональной матрицей*, т.к. в *ней есть не нулевые корреляции между разными признаками*, а не только каждого признака с самим собой (на диагонали) (таблица 54). Когнитивное пространство классов также неортнормированно:

Таблица 54 – Матрица сходства классов

KOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	100,00	-54,69	27,08	2,95	24,24	31,94	10,48	-31,49	-26,22	-28,30	-60,81	-46,20
2	-54,69	100,00	-19,88	-2,23	-34,99	-15,79	-44,68	37,65	42,73	8,70	34,55	50,12
3	27,08	-19,88	100,00	-21,97	-5,99	-9,80	-3,49	-7,59	-12,96	-7,12	-14,14	-11,41
4	2,95	-2,23	-21,97	99,99	1,09	-10,87	3,68	-9,10	-4,32	1,24	8,10	9,25
5	24,24	-34,99	-5,99	1,09	100,00	-17,31	30,65	-9,14	-14,39	9,38	-13,25	-17,43
6	31,94	-15,79	-9,80	-10,87	-17,31	100,00	-19,16	-16,57	-16,24	-16,72	-18,00	-16,76
7	10,48	-44,68	-3,49	3,68	30,65	-19,16	100,00	-7,04	5,96	31,48	-1,81	-23,80
8	-31,49	37,65	-7,59	-9,10	-9,14	-16,57	-7,04	100,00	4,23	21,11	-5,14	24,11
9	-26,22	42,73	-12,96	-4,32	-14,39	-16,24	5,96	4,23	100,00	1,01	-4,53	3,31
10	-28,30	8,70	-7,12	1,24	9,38	-16,72	31,48	21,11	1,01	100,00	16,36	25,77
11	-60,81	34,55	-14,14	8,10	-13,25	-18,00	-1,81	-5,14	-4,53	16,36	99,99	14,37
12	-46,20	50,12	-11,41	9,25	-17,43	-16,76	-23,80	24,11	3,31	25,77	14,37	100,00

В системе «Эйдос» реализовано несколько итерационных алгоритмов ортонормирования как когнитивного пространства признаков, так и когнитивного пространства классов.

При ортнормировании когнитивного пространства признаков матрица сходства признаков приводятся к диагональному виду, т.к. из модели *удаляются* признаки, сходные друг с другом, а информативность оставшихся соответственно увеличивается. Например, если ввести в модель еще одну описательную шкалу, точно совпадающую с одной из уже в ней имеющихся, то это приведет к тому, что количество информации из градаций ранее имевшейся шкалы распределится поровну между ней и градациями новой шкалы.

Это означает, что предложенные модели вычисления количества знаний, представленные в таблице 41, дают различное количество знаний в признаке о принадлежности объекта к классам в зависимости от того, присутствуют ли в модели признаки, сходные с ним по смыслу или нет, т.е. по сути, *эти меры учитывают степень неортонормированности когнитивного пространства*. Поэтому они и корректно работают

в пространствах различной степени ортонормированности, т.е. в неортонормированных пространствах.

При ортнормировании когнитивного пространства классов корреляционная матрица классов приводятся *к диагональному виду*, т.к. из модели удаляются классы, сходные друг с другом, а информативность оставшихся соответственно увеличивается.

При ортонормировании осуществляется максимальное уменьшение размерности пространства при минимальной потере информации в модели.

Художник изображает трехмерную сцену на двумерном холсте, т.е. понижает размерность пространства, сохраняя при этом наиболее существенную информацию. Чем выше талант художника, тем лучше ему это удается и тем легче ценителям искусства по двумерному изображению восстановить соответствующий трехмерный образ. **Однако *необратимая* потеря информации при ортонормировании все же *неизбежна*.** Например, мы уже *никогда* не узнаем, где прячется четвертый медвежонок на картине И.И.Шишкина «Утро в сосновом лесу» (рисунок 96) и по этому поводу нам лишь остается строить по этому поводу различные гипотезы, между тем художнику это было точно известно.

Рисунок 96. Картина И.И.Шишкина «Утро в сосновом лесу»

Известен закон необходимого разнообразия, предложенный Уильямом Россом Эшби и играющий фундаментальную роль в кибернетике[98]. Смысл этого закона в том, что *для того, чтобы адекватное управление было возможным, необходимо чтобы управляющая система была сложнее объекта управления.* Можно предположить, что этот принцип выполняется потому, что *более сложная система отображает более простую, адекватно, без потери информации, однако более простая система отображает более простую неадекватно, с необратимой потерей информации.*

Поэтому в реальных исследованиях ортонормирование (абстрагирование) осуществлять не всегда целесообразно и его нет смысла проводить без особой необходимости. В таблице 55 приведены результаты вычисления сходства признаков по их смыслу, т.е. по влиянию на объект управления.

На рисунке 97 приведен скриншот экранной формы режима _5126, обеспечивающей задание в диалоге параметров когнитивной кластеризации:

Рисунок 97. Скриншот экранной формы режима _5126 системы «Эйдос», обеспечивающей задание в диалоге параметров когнитивной кластеризации

[98] http://ru.wikipedia.org/wiki/Эшби,%20Уильям

Таблица 55 – Матрица сходства признаков

KOD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1	100	-65	-26	68	-46	0	-26	-26	53	-3	-23	-7	-23	60	-38	3	-43	-71	-22	50	50	-3	-32	32	-12	-26	19	8	-21	-14	-19	-25	-37	10	-25	51	-26	-26	24	53	27
2	-65	100	-25	-26	70	0	1	-25	-10	-10	1	-9	37	-26	39	-17	57	56	34	-30	-30	36	55	-30	10	1	-50	47	-4	17	50	36	-18	9	36	-41	1	-25	-4	-40	-5
3	-26	-25	100	-37	-16	0	-6	100	-34	-21	-9	46	-10	-26	-12	-2	35	-27	16	-13	-13	21	-16	20	-16	-6	24	-24	19	-15	-18	-7	68	-29	-7	-15	-6	100	-27	-15	-27
4	68	-26	-37	100	-35	0	-37	-37	72	38	-24	-26	-23	74	-37	15	-49	-43	-46	80	80	-18	-7	25	20	-37	-2	0	-79	19	-26	-34	-47	41	-7	34	-37	-37	53	37	40
5	-46	70	-16	-35	100	0	-16	-16	-26	-28	-19	-3	51	-32	58	-41	58	42	38	-50	-50	36	23	-5	-28	-16	-41	64	13	-27	21	53	-26	-12	53	-26	-16	-16	-3	-26	-3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-26	1	-6	-37	-16	0	100	-6	-8	-21	99	-20	-10	-35	29	26	-7	54	49	-35	-35	-12	-16	-35	-16	100	24	-24	19	-15	53	-7	68	-35	-7	-15	100	-6	-27	-15	-27
8	-26	-25	100	-37	-16	0	-6	100	-34	-21	-9	46	-10	-26	-12	-2	35	-27	16	-13	-13	21	-16	20	-16	-6	24	-24	19	-15	-18	-7	68	-29	-7	-15	-6	100	-27	-15	-27
9	53	-10	-34	72	-26	0	-8	-34	100	1	-1	-60	-27	77	-16	20	-42	-13	-28	38	38	-0	-1	14	23	-8	-3	-10	-45	24	-18	-33	-27	25	13	-22	-8	-34	51	48	29
10	-3	-10	-21	38	-28	0	-21	-21	1	100	-13	-20	-12	23	5	4	-35	6	-60	44	44	-32	-13	28	6	-21	33	-27	-53	3	-40	-19	-26	67	-19	2	-21	-21	47	2	46
11	-23	1	-9	-24	-19	0	99	-9	-1	-13	100	-21	-10	-27	27	26	-9	52	48	-23	-23	-13	-15	-34	-14	99	27	-22	3	-13	51	-9	66	-28	-9	-13	99	-9	-20	-13	-20
12	-7	-9	46	-26	-3	0	-20	46	-60	-20	-21	100	7	-25	-49	-23	48	-52	36	7	7	26	39	-35	5	-20	4	26	8	6	5	8	19	-7	-58	34	-20	46	-63	-25	1
13	-23	37	-10	-23	51	0	-10	-10	-27	-12	-10	7	100	10	15	-80	49	5	38	-22	-22	34	-15	25	-14	-10	-6	49	1	-13	10	99	-14	8	-10	-13	-10	-10	-20	-13	-20
14	60	-26	-26	74	-32	0	-35	-26	77	23	-27	-25	10	100	-41	-26	-28	-49	-30	53	53	10	-7	29	23	-35	22	1	-56	22	-48	2	-40	54	-33	-14	-35	-26	38	53	43
15	-38	39	-12	-37	58	0	29	-12	-16	5	27	-49	15	-41	100	-8	29	66	26	-53	-53	17	-32	30	-70	29	11	21	19	-69	30	18	11	-15	59	-37	29	-12	32	-11	-3
16	3	-17	-2	15	-41	0	26	-2	20	4	26	-23	-80	-26	-8	100	-54	18	-35	33	33	-67	11	-34	30	26	-3	-66	1	30	11	-78	18	-44	27	20	26	-2	34	25	-33
17	-43	57	35	-49	58	0	-7	35	-42	-35	-9	48	49	-28	29	-54	100	-1	74	-39	-39	78	29	-4	-39	-7	-1	65	14	-34	41	50	20	-5	-7	-31	-7	35	-35	-31	-3
18	-71	56	-27	-43	42	0	54	-27	-13	6	52	-52	5	-49	66	18	-1	100	9	-55	-55	-18	6	-24	-1	54	-24	-12	19	0	32	8	19	-12	55	-45	54	-27	5	-38	-17
19	-22	34	16	-46	38	0	49	16	-28	-60	48	36	38	-30	26	-35	74	9	100	-41	-41	60	12	-26	-44	49	10	54	17	-40	67	40	47	-34	-17	-13	49	16	-50	-21	-17
20	50	-30	-13	80	-50	0	-35	-13	38	44	-23	7	-22	53	-53	33	-39	-55	-41	100	100	-40	2	9	31	-35	21	-24	-72	30	-22	-32	-28	17	-32	46	-35	-13	50	49	6
21	50	-30	-13	80	-50	0	-35	-13	38	44	-23	7	-22	53	-53	33	-39	-55	-41	100	100	-40	2	9	31	-35	21	-24	-72	30	-22	-32	-28	17	-32	46	-35	-13	50	49	6
22	-3	36	21	-18	36	0	-12	21	-0	-32	-13	26	34	10	17	-67	78	-18	60	-40	-40	100	16	16	-42	-12	-7	76	4	-36	29	34	6	29	-12	-33	-12	21	-37	-33	39
23	-32	55	-16	-7	23	0	-16	-16	-1	-13	-15	39	-15	-7	-32	11	29	6	12	2	2	16	100	-80	57	-16	-41	21	-7	60	14	-16	-23	16	-16	-18	-16	-16	-26	-18	19
24	32	-30	20	25	-5	0	-35	20	14	28	-34	-35	25	29	30	-34	-4	-24	-26	9	9	16	-80	100	-53	-35	25	6	-12	-54	-28	23	-10	19	23	3	-35	20	42	15	7
25	-12	10	-16	20	-28	0	-16	-16	23	6	-14	5	-14	23	-70	30	-39	-1	-44	31	31	-42	57	-53	100	-16	-43	-40	-13	100	-24	-16	-22	14	-16	-1	-16	-16	-12	-1	-12
26	-26	1	-6	-37	-16	0	100	-6	-8	-21	99	-20	-10	-35	29	26	-7	54	49	-35	-35	-12	-16	-35	-16	100	24	-24	19	-15	53	-7	68	-35	-7	-15	100	-6	-27	-15	-27
27	19	-50	24	-2	-41	0	24	24	-3	33	27	4	-6	22	11	-3	-1	-24	10	21	21	-7	-41	25	-43	24	100	-34	-11	-45	-27	-7	37	3	-52	-17	24	24	29	54	9
28	8	47	-24	0	64	0	-24	-24	-10	-27	-22	26	49	1	21	-66	65	-12	54	-24	-24	76	21	6	-40	-24	-34	100	-10	-36	40	47	-34	23	3	10	-24	-24	-29	-35	36
29	-21	-4	19	-79	13	0	19	19	-45	-53	3	8	1	-56	19	1	14	19	17	-72	-72	4	-7	-12	-13	19	-11	-10	100	-12	15	16	19	-48	16	-12	19	19	-42	-12	-42
30	-14	17	-15	19	-27	0	-15	-15	24	3	-13	6	-13	22	-69	30	-34	0	-40	30	30	-36	60	-54	100	-15	-45	-36	-12	100	-17	-15	-21	14	-15	-4	-15	-15	-13	-4	-13
31	-19	50	-18	-26	21	0	53	-18	-18	-40	51	5	10	-48	30	11	41	32	67	-22	-22	29	14	-28	-24	53	-27	40	15	-17	100	12	25	-35	12	17	53	-18	-31	-37	-30
32	-25	36	-7	-34	53	0	-7	-7	-33	-19	-9	8	99	2	18	-78	50	8	40	-32	-32	34	-16	23	-16	-7	-7	47	16	-15	12	100	-12	1	-7	-15	-7	-7	-26	-14	-26
33	-37	-18	68	-47	-26	0	68	68	-27	-26	66	19	-14	-40	11	18	20	19	47	-28	-28	6	-23	-10	-22	68	37	-34	19	-21	25	-12	100	-43	-12	-21	68	68	-36	-21	-36
34	10	9	-29	41	-12	0	-35	-29	25	67	-28	-7	8	54	-15	-44	-5	-12	-34	17	17	29	16	19	14	-35	3	23	-48	14	-35	1	-43	100	-34	-20	-35	-29	8	-20	84
35	-25	36	-7	-7	53	0	-7	-7	13	-19	-9	-58	-10	-33	59	27	-7	55	-17	-32	-32	-12	-16	23	-16	-7	-52	3	16	-15	12	-7	-12	-34	100	-15	-7	-7	36	-14	-26
36	51	-41	-15	34	-26	0	-15	-15	-22	2	-13	34	-13	-14	-37	20	-31	-45	-13	46	46	-33	-18	3	-1	-15	-17	10	-12	-4	17	-15	-21	-20	-15	100	-15	-15	-13	-5	-13
37	-26	1	-6	-37	-16	0	100	-6	-8	-21	99	-20	-10	-35	29	26	-7	54	49	-35	-35	-12	-16	-35	-16	100	24	-24	19	-15	53	-7	68	-35	-7	-15	100	-6	-27	-15	-27
38	-26	-25	100	-37	-16	0	-6	100	-34	-21	-9	46	-10	-26	-12	-2	35	-27	16	-13	-13	21	-16	20	-16	-6	24	-24	19	-15	-18	-7	68	-29	-7	-15	-6	100	-27	-15	-27
39	24	-4	-27	53	-3	0	-27	-27	51	47	-20	-63	-20	38	32	34	-35	5	-50	50	50	-37	-26	42	-12	-27	29	-29	-42	-13	-31	-26	-36	8	36	-13	-27	-27	100	65	5
40	53	-40	-15	37	-26	0	-15	-15	48	2	-13	-25	-13	53	-11	25	-31	-38	-21	49	49	-33	-18	15	-1	-15	54	-35	-12	-4	-37	-14	-21	-20	-14	-5	-15	-15	65	100	-13
41	27	-5	-27	40	-3	0	-27	-27	29	46	-20	1	-20	43	-3	-33	-3	-17	-17	6	6	39	19	7	-12	-27	9	36	-42	-13	-30	-26	-36	84	-26	-13	-27	-27	5	-13	100

В результате работы данного режима формируются дендрограммы результатов когнитивной кластеризации и графики пошагового изменения межкластерного расстояния, приведенные на рисунках 98 а), б), в) и г):

а)

б)

в)

г)

Рисунок 98. Дендрограммы когнитивной кластеризации, полученные в режиме _5126 системы «Эйдос» на рассматриваемом численном примере

Из рисунков 98 мы видим, что когнитивная кластеризация может начинаться как с монообъектных, так и с полиобъектных классов. Во втором случае классы создаются путем объединения

объектов на основе априорной информации, источником которой является учитель (эксперт). Поэтому когнитивная кластеризация представляет собой сочетание обучения с учителем (экспертом) и без учителя, т.е. самообучения, причем учитель принимает участие лишь в формировании исходной модели для последующей кластеризации без учителя. На рисунке 99 приведены графики пошагового изменения межкластерного расстояния при когнитивной кластеризации в моделях с разными частными критериями знаний, представленными в таблице 41:

Рисунок 99. Графики пошагового изменения межкластерного расстояния при когнитивной кластеризации, полученные в режиме _5126 системы «Эйдос» на рассматриваемом численном примере

Таким образом, у нас есть возможность подвести итоги и кратко сформулировать, как решаются проблемы кластерного анализа в методе когнитивной кластеризации, основанном на АСК-анализе и реализованном в интеллектуальной системе «Эйдос» (таблица 56):

Таблица 56 – Проблемы кластеризации и их решения предлагаемые в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос»

№	Формулировка проблемы кластерного анализа	Предлагаемое в АСК-анализе и реализованное в системе «Эйдос» решение
1.	*Проблема 1.1 выбора метрики, корректной для неортонормированных пространств.*	Предлагается применить неметрический интегральный критерий, представляющий собой суммарное количество информации в системе признаков о принадлежности объекта к классу («информационное расстояние»), никак не основанный на предположении об ортонормированности пространства и корректно работающий в неортонормированных пространствах
2.	*Проблема 1.2 ортонормирования пространства.*	Поддерживается
3.	*Проблема 2.1 сопоставимой обработки описаний объектов, описанных признаками различной природы, измеряемыми в различных единицах измерения (проблема размерностей).*	Объекты формально описываются в виде векторов, затем рассчитывается матрица абсолютных частот и на ее основе – матрица знаний, с использованием которой все признаки измеряются в одних единицах измерения: единицах измерения количества данных, информации и знаний – битах, байтах, и т.д.
	Проблема 2.2 формализации описаний объектов, имеющих как количественные, так и качественные признаки.	Числовые шкалы преобразуются в интервальные значения, после чего градации всех типов шкал обрабатываются единообразно (см.п.3)
4.	*Проблема 3.1 доказательства гипотезы о нормальности исходных данных.*	Нет необходимости, т.к. предлагаемые частные и интегральные критерии не предполагают нормальности исходных данных
5.	*Проблема 3.2 нормализации исходных данных.*	Реализованы режимы ремонта или взвешивания исходных данных.
6.	*Проблема 3.3 применения непараметрических методов кластеризации, корректно работающих с ненормализованными данными.*	Предлагаемые методы являются непараметрическими и корректно работают с ненормализованными данными
7.	*Проблема 4 разработки такого метода кластерного анализа, математическая модель и алгоритм и которого органично включали бы фильтр, подавляющий шум в исходных данных, в результате чего данный метод кластеризации*	Предлагаемый метод включает фильтр подавления шума на уровне формирования матрицы абсолютных частот и самой математической форме интегрального критерия. Кроме того, реализованы режимы удаления или корректной обработки артефактов, выбросов

	корректно работал бы при наличии шума в исходных данных.	(нетипичных объектов) и малопредставленных данных, по которым нет достаточной статистики в исходных данных
8.	*Проблема 5 разработки метода кластерного анализа, математическая модель и алгоритм и которого обеспечивали бы выявление «выбросов» (артефактов) в исходных данных и позволяли либо вообще не показывать их в дендрограммах, либо показывать, но так, чтобы было наглядно видно, что это артефакты.*	Поддерживается исключение выбросов и артефактов из дендрограмм, либо их отображение специальным для них образом.

Отметим, что в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализованы и другие методы кластеризации, *также основанные на знаниях*:

– дивизивная кластеризация (см., например: [128]);

– кластерно-конструктивный анализ классов и признаков [7].

Дивизивная (разделительная, в отличие от агломартивной, т.е. объединяющей) кластеризация используется в системе «Эйдос» для того разделять классы на типичную и нетипичную части. Предполагается, что если объекты не были отнесены к классу, к которому они на самом деле относятся, то они являются нетипичными для него (исключениями), и это является достаточным основанием для того, чтобы создать для них новый класс с тем же наименованием и добавлением номера итерации. Такой подход приводит к резкому уменьшению ошибок неидентификации при примерно том же уровне ошибок ложной идентификации, что приводит к существенному улучшению достоверности модели (рисунок 100):

Рисунок 100. Дендрограмма дивизивной кластеризации, полученная в режиме _34 системы «Эйдос» на рассматриваемом численном примере

Конструкты представляют собой понятия, имеющие противоположные смысловые полюса, в качестве которых у нас выступают наиболее непохожие кластеры, а также спектр промежуточных по смыслу классов. Конструкты принадлежат к наивысшему иерархическому уровню процесса познания, выше которого только парадигма реальности и их можно рассматривать как оси координат нашего когнитивного пространства [7]. Система «Эйдос» формирует конструкты на основе исследования модели предметной области. Роль конструктов невозможно переоценить, т.к. когда мы познаем мы применяем уже имеющиеся у нас конструкты, уточняем или расширяем область их применения и создаем новые конструкты (таблица 57).

Таблица 57 – Конструкт: «Запад-Восток»

Код класса	Наименование класса	Уровень сходства
2	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ЗАПАД	100,00
12	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-10	50,12
9	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-07	42,73
8	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-06	37,65
11	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-09	34,55
10	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-08	8,70
4	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-02	-2,23
6	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-04	-15,79
3	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-01	-19,88
5	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-03	-34,99
7	НАЗВАНИЕ СОСТАВА-Состав-05	-44,68
1	СОСТАВ СЛЕДУЕТ НА-ВОСТОК	-54,69

Таким образом, в данной статье на небольшом численном примере рассматриваются новые алгоритмы и результаты агломеративной кластеризации, основные отличия которых от ранее известных стоят в том, что:

а) в них параметры обобщенного образа кластера не вычисляются как средние от исходных объектов (классов) или центры тяжести, а определяются с помощью той же самой базовой когнитивной операции АСК-анализа, которая применяется и для формирования обобщенных образов классов на основе примеров объектов и которая действительно обеспечивает обобщение;

б) в качестве критерия сходства используется не евклидово расстояние или его варианты, а интегральный критерий неметрической природы: «суммарное количество информации», применение которого теоретически корректно и дает хорошие результаты в неортонормированных пространствах, которые обычно и встречаются на практике;

в) кластерный анализ проводится не на основе исходных переменных или матрицы сопряженности, зависящих от единиц измерения по осям, а в когнитивном пространстве, в котором по всем осям (описательным шкалам) используется одна единица измерения: количество информации, и поэтому результаты кластеризации не зависят от исходных единиц измерения признаков объектов.

Имеется и ряд других менее существенных отличий. Все это позволяет получить результаты кластеризации, понятные специа-

листам и поддающиеся содержательной интерпретации, хорошо согласующиеся с оценками экспертов, их опытом и интуитивными ожиданиями, что часто представляет собой проблему для классических методов кластеризации. Описанные методы теоретически обоснованы в системно-когнитивном анализе (СК-анализ) и реализованы в его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос»,

Основной **вывод**, который, по мнению авторов можно обоснованно сделать по материалам данной статьи, состоит в том, что, не смотря на существование огромного количества различных методов кластеризации, в этой области существует ряд нерешенных проблем, ждущих своего решения. Анализ этих проблем позволяет высказать **гипотезу**, что для их решения необходимо выйти за пределы понятийного поля чисто математических рассуждений и привлечь представления из области искусственного интеллекта, в частности основываться на четкой дефиниции содержания таких основополагающих понятий, как данные, информация и знания [127]. Данная работа и содержит описание авторского варианта реализации этой идеи. Здесь же хотелось бы отметить, что кластеризация классическим методом матрицы знаний, полученной вне статистической системы, реализующий кластерный анализ, не дает желаемых результатов, т.к. только 1-я итерация получается соответствующей предлагаемому подходу, а последующие дают ошибочные результаты, т.к. в статистических системах не реализовано операции обобщения и добавление объекта к кластеру или объединение классов в кластер осуществляется иначе, чем формирование самих классов в исходной матрице знаний.

Предлагаемый метод когнитивной кластеризации не лишен и некоторых ***недостатков и ограничений***, преодоление которых является одним из ***перспективных*** направлений развития этого метода.

Из *недостатков* следует прежде всего указать большие затраты вычислительных ресурсов и машинного времени на решение задачи кластеризации, чем у классических методов, обусловленные значительным объемом и более высокой сложностью вычислений. Другим недостатком является нежесткое ограничения текущей версии системы «Эйдос» на размерности модели, кото-

рые планируется преодолеть и которые постепенно преодолеваются. Версия системы «Эйдос» весны 2011 года обеспечивала объем обучающей выборки не более 100000 объектов, в текущей версии это ограничение снято и теперь система может работать с миллионами и даже десятками объектов. Но осталось ограничение на размерность баз знаний: не более 4000 классов и 4000 градаций факторов. Это ограничение также в перспективе планируется снять.

В качестве *перспективы* автор рассматривает разработку *режимов, обеспечивающих*:

– когнитивную кластеризацию признаков;

– двухвходовую кластеризацию (одновременно и классов, и признаков), что оправдано тем, что при кластеризации классов изменяется и смысл признаков;

– моделей, основанных на новых частных критериях знаний (в частности, СИМ-1 – СИМ-7).

Материалы данной статьи могут быть использованы при разработке интеллектуальных систем, а также при проведении лабораторных работ по дисциплинам: «Интеллектуальные информационные системы» для специальности: 080801.65 – Прикладная информатика (по областям) и «Представление знаний в информационных системах» для специальности: 230201.65 – Информационные системы и технологии.

4.4. Дисциплина: «Управление знаниями (магистратура)»

В данном разделе показано, что для современного этапа развития контроллинга характерно все большее его проникновение в средние и малые фирмы. При этом возникает проблема найти единый, простой в освоении и недорогой инструментарий контроллера, обеспечивающий создание интеллектуальных методик для менеджмента на различных уровнях иерархии управления фирмой. Обосновываются требования к инструментарию контроллера, показано, что всем сформулированным требованиям соответствует метод автоматизированного системно-когнитивного анализа и его инструментарий – система «Эйдос».

Приведены примеры применения данного инструментария для решения задач управления качеством подготовки специалистов, информационной безопасности, определения номенклатуры и объемов реализуемых товаров, выбора базовой технологии и управления персоналом.

4.4.1. О целях корпорации и перспективах контроллинга

По вопросу определения целей корпорации в современной науке не сложилось общепринятой точки зрения и в различных научных направлениях этот вопрос решается по-разному. Например, в неоклассической теории считается, что целью корпорации является максимизация дохода, прибыли; в бихевиористской теории – получение удовлетворительной прибыли и дохода; институциональной теории – минимизация транзакционных издержек; теории корпорации Дж. Гэлбрейта – гарантированный уровень прибыли и максимальный темп роста; в предпринимательской же теории полагают, что цель корпорации зависит от личных целей предпринимателя [223]. При этом цели корпорации, а также различных связанных с нею социальных групп людей и государства совпадают лишь частично (рисунок 101):

Рисунок 101. Цели корпорации, а также связанных с ней социальных групп и государства по С.Ю. Полонскому [223].

Таким образом, наиболее распространенная точка зрения, состоящая в том, что цель корпорации заключается исключительно в получении максимальной прибыли, является неоправданно упрощенной. Более того, максимизация прибыли может быть и нежелательной, например, если это достигается за счет ущерба целям работников и государства. В любом случае ясно, что для достижения этих целей необходимо *управлять* корпорацией как в целом, так и на различных уровнях ее иерархической структурной организации.

Современный уровень культуры управления в развитых странах (в которых уже построено общество, основанное на знаниях) предполагает использование ряда корпоративных информационных систем (КИС), используемых на различных уровнях иерархии обработки информации (рисунок 102):

Рисунок 102. Корпоративные информационные системы (КИС - CALS), по А.Г. Киселеву [224]

На рисунке 102 использованы следующие обозначения [224]:

– аналитика для высшего менеджмента предприятия - управление эффективностью бизнеса (BPM) - инструмент OLAP;

– автоматизированная система управления (АСУ) предприятия в целом на уровне бизнес - процессов (АСУП или ERP);

– автоматизированная система (АС) технологической подготовки производства (ТПП), и как расширение - управление производством в целом на уровне производственных процессов (АС ТПП или MES) + аналитика цехового менеджмента для управления эффективностью производства (PPM);

– АСУ технологическими процессами (ТП) в реальном времени (АСУ ТП или SCADA);

– системы автоматического управления (САУ) техническими системами и контроллеры технических устройств (PLC, PC);

– системы автоматизированного проектирования разработчика-конструктора (САПР-К или CAD/CAM) и технолога (САПР-Т или CAE), а также им соответствующие инженерные и технологические базы знаний и система управления ими (PDM);

– внешние по отношению к предприятию информационные системы (ERP-2): управление отношениями с клиентами (CRM, в т.ч. электронный бизнес B2B), управление цепями поставок (SCM), управление жизненным циклом произведенного изделия (PLM) и продажами (SFM).

Из рисунка 102 видно, что:

– в фундаменте пирамиды обработки информации корпорации находятся автоматические системы управления чисто техническими объектами управления (САУ, т.е. по сути системы управления машинами);

– на среднем уровне мы имеем дело уже с автоматизированными системами управления (АСУ) человеко-машинными объектами управления от АСУ ТП, до АС ТПП и АСУП;

– на верхнем уровне расположены автоматизированные системы организационного управления (АСОУ) и аналитические системы, в которых объектом управления выступают как конкретные люди, так и коллективы.

Не во всех корпорациях представлены нижние уровни, приведенные на рисунке 102, например, нижние уровни более характерны для производственных компаний, оснащенных достаточно современным технологическим оборудованием.

Если проанализировать «долю» человека и техники в объектах управления различных иерархических уровней корпорации, то окажется, что в ее фундаменте находятся чисто технические системы, с повышением уровня иерархии доля человека в объектах управления возрастает, а доля техники соответственно уменьшается, и в вершине пирамиды техники уже вообще нет, а остается только человек.

Эта ситуация, по-видимому, обусловлена тем, что на различных уровнях иерархии корпорации на практике используются знания различной степени формализации:

– на самом верхнем уровне – это интуитивные знания и опыт, т.е. знания вообще неформализованные, не выраженные на каком-либо языке или в какой-либо системе кодирования (ноу-хау);

– на промежуточных уровнях знания частично формализованы, например вербализованы, т.е. представлены с помощью слов в звуковой или текстовой форме, а также научных книг, учебников и методических указаний с иерархическим структурированным содержанием;

– на самом низком уровне представлены хорошо формализованные знания, т.е. знания в форме математических моделей и баз знаний (БЗ) интеллектуальных систем.

В этой связи отметим, что для американской, германской, китайской и российской традиций контролинга характерна различная степень формализации знаний, которая наиболее высока именно в российском контроллинге, а самая низкая в китайском, в котором считается, что для достижения цели достаточно верно определить направление движения (С.Г.Фалько), т.к. «первым достигнет финиша не тот, кто бежит быстрее, а тот, кто бежит к финишу».

Однако проблема состоит в том, что приобретение, внедрение и использование всех систем, приведенных на рисунке 102, является целесообразным лишь для достаточно крупных корпораций, тогда как для средних и малых фирм, которых *большинство*, это вряд ли возможно. Это обусловлено как высокой стоимостью этих систем, так и сложностью их освоения, внедрения и применения, избыточностью функций, отсутствием информационных взаимосвязей между ними, многообразием разработчиков и программных инструментальных средств, с помощью которых они созданы.

Сложилась парадоксальная ситуация, состоящая в том, что внедрение корпоративных информационных *систем* на практике часто осуществляется *не системно*, т.е. они *фактически* не образуют целостной корпоративной информационной системы, аналогично тому, как до возникновения локальных компьютерных сетей не образовывали единой системы не связанные друг с другом автоматизированные рабочие места (АРМы).

Традиционным общественным институтом, нацеленным на выявление новых знаний, является *наука*. Также традиционно *инженеры,* используя эти научные *знания,* разрабатывают новые технологии, которые уже и применяются на практике.

Для управления на уровне машин и технологий (так называемые системы автоматического управления – САУ и АСУ ТП) используются *знания*, добытые за сотни или даже тысячи лет *фундаментальной* наукой, прежде всего физикой и химией.

Однако на уровне управления человеко-машинными системами и коллективами людей (АС ТПП и АСОУ) таких знаний нет, что определяется самой природой этих объектов управления.

Одна из современных тенденций развития контроллинга состоит в том, что он проникает в фирмы все меньшего и меньшего масштаба деятельности, т.е. в этих фирмах появляются небольшие подразделения или даже просто отдельные сотрудники, выполняющие функции контроллинга. Достигнутый в настоящее время уровень развития управления фирмами требует более оперативного и конкретного подхода к контроллингу, при котором знания о деятельности фирмы выявляются *в самой фирме* с учетом ее динамики и в фирме же доводятся до уровня технологий и используются на практике. Это и есть основная задача контроллинга [225]. Таким образом, контроллер, – это, по сути, ученый, профессионально занимающийся непрерывным исследованием своей фирмы и производящий инновационный интеллектуальный продукт в форме знаний различной степени формализации, готовых *по своей степени коммерциализации* для внедрения и практического использования менеджментом корпорации. Соответственно подразделение контроллинга в фирме является ее инновационным научным подразделением, призванным создать и поддерживать в адекватном состоянии модель этой фирмы, обеспечивающую решение задач прогнозирования ее развития и поддержки принятия управленческих решений, направленных на достижение целей фирмы и разумного баланса интересов фирмы, ее сотрудников и акционеров, а также государства.

Менеджмент же призван использовать на практике методики, разработанные контроллерами, т.е. фактически менеджеры являются пользователями и исполнителями инновационных технологий и методик их применения, разработанных контроллерами.

4.4.2. Информационная модель деятельности менеджера и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности

Информационная модель деятельности менеджера, представленная на рисунке 103, разработана на основе модели, впервые предложенной В.Н. Лаптевым (1984).

Рисунок 103. Информационная модель деятельности менеджера и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности по В.Н.Лаптеву

На вход системы управления поступает задача или проблема. Толкование различия между ними также дано В.Н. Лаптевым и состоит в следующем. Ситуация, при которой фактическое состояние системы не совпадает с желаемым (целевым) называется *проблемной ситуацией* и представляет собой:

– *задачу*, если способ перевода системы из фактического состояния в желаемое точно известен, и необходимо лишь применить его;

– *проблему*, если способ перевода системы из фактического состояния в желаемое не известен, и необходимо сначала его разработать и только после этого применить.

Таким образом, можно считать, что *проблема – это задача, способ решения которой неизвестен*. Это означает, что *если этот способ разработать, то этим самым проблема сводится к задаче, переводится в класс задач*. Проще говоря, проблема – это сложная задача, а задача – это простая проблема.

Но и проблемы различаются по уровню сложности:

– для решения одних достаточно *автоматизированной* системы поддержки принятия решений;

– для решения других – обязательным является творческое неформализуемое на современном этапе развития технологий искусственного интеллекта участие *людей*: в первую очередь контроллеров, экспертов, а также менеджеров.

Рассмотрим подробнее, т.е. по блокам, *информационную модель деятельности менеджера*, представленную на рисунке 103.

Блок 1. На вход системы поступает задача или проблема, что именно неясно, т.к. чтобы это выяснить необходимо *идентифицировать* ситуацию и обратиться к базе данных стандартных решений с запросом, существует ли стандартное решение для данной ситуации.

Блок 2. Далее осуществляется идентификация проблемы или задачи и прогнозирование сложности ее решения. На этом этапе применяется интеллектуальная система, относящаяся к классу систем распознавания образов, идентификации и прогнозирования или эта функция реализуется менеджером самостоятельно "вручную" по методике, разработанной конроллером.

Блок 3. Если в результате идентификации задачи или проблемы по ее признакам установлено, что имеется стандартное решение, то это означает, что на вход системы поступила задача, которая ранее уже встречалась. Для установления этого достаточно информационно-поисковой системы, осуществляющей поиск по точному совпадению параметров запроса и в применении интеллектуальных систем нет необходимости. Тогда происходит переход на блок 7, а иначе на блок 4.

Блок 4. Если установлено, что точно такой задачи не встречалось, но встречались *сходные, аналогичные,* которые могут быть найдены в результате обобщенного (нечеткого) поиска системой распознавания образов, то решение может быть найдено с помощью автоматизированной системы поддержки принятия решений

путем решения *обратной задачи прогнозирования*. Это значит, что на вход системы поступила не задача, а проблема, имеющая количественную новизну по сравнению с решаемыми ранее (т.е. не очень сложная проблема). В этом случае осуществляется переход на блок 9, иначе – на блок 5.

Блок 5. Если установлено, что сходных проблем не встречалось, то необходимо качественно новое решение, поиск которого требует существенного творческого участия человека-эксперта. В этом случае происходит переход на блок 12, а иначе – на блок 6.

Блок 6. Переход на этот блок означает, что возможности поиска решения или выхода из проблемной ситуации системой исчерпаны и решения не найдено. В этом случае система обычно терпит ущерб целостности своей структуре и полноте функций, вплоть до разрушения и прекращения функционирования.

Блок 7. На этом этапе осуществляется реализация стандартного решения, соответствующего установленной задаче, а затем проверяется эффективность решения на блоке 8.

Блок 8. Если стандартное решение оказалось эффективным, это означает, что на этапах 2 и 3 идентификация задачи и способа решения осуществлены правильно и система может переходить к разрешению следующей *проблемной ситуации* (переход на блок 1). Если же стандартное решение оказалось неэффективным, то это означает, что проблемная ситуация идентифицирована как стандартная задача неверно и необходимо продолжить попытки ее разрешения с использованием более общих подходов, основанных на применении систем искусственного интеллекта (переход на блок 4), например, систем поддержки принятия решений.

Блок 9. Применяется автоматизированная система поддержки принятия решений, обеспечивающая решение обратной задачи прогнозирования. Отличие подобных систем от информационно-поисковых состоит в том, что они способны производить обобщение, выявлять силу и направление влияния различных факторов на поведение системы, и, на основе этого, по заданному целевому состоянию вырабатывать рекомендации по системе факторов, которые могли бы перевести систему в это состояние (обратная задача прогнозирования).

Блок 10. Если решение, полученное с помощью системы поддержки принятия решений, оказалось неэффективным, то это оз-

начает, что проблемная ситуация идентифицирована как аналогичная ранее встречавшимся неверно. Следовательно, что на вход системы поступила качественно новая, по сравнению с решаемыми ранее, т.е. сложная проблема. В этом случае необходимо продолжить попытки разрешения проблемы с использованием творческих неформализованных подходов с участием человека-эксперта и перейти на блок 5, иначе – на блок 11.

Блок 11. Информация об условиях и результатах решения проблемы заносится в базу знаний, т.е. *стандартизируется*. После чего база знаний количественно (не принципиально) изменяется, т.е. осуществляется ее адаптация. *В результате адаптации при встрече в будущем точно таких же проблемных ситуаций, как разрешенная, система уже будет разрешать ее не как проблему, а как стандартную задачу.*

Блок 12. На этом этапе с использованием неформализованных (на данном этапе развития автоматизированных интеллектуальных технологий) творческих подходов и опыта осуществляется поиск качественно нового решения проблемы, не встречавшейся ранее, после чего управление передается блоку 13.

Блок 13. Если решение, полученное контроллерами и экспертами с помощью неформализованных подходов, оказалось неэффективным, то это означает, что система терпит крах (осуществляется переход на блок 6). Если же адекватное решение найдено, то происходит переход на блок 14.

Блок 14. Стандартизация качественно нового решения, проблемы и пересинтез модели. Информация об условиях и результатах творческого решения проблемы заносится в базу знаний, т.е. *стандартизируется*. После этого база знаний *качественно*, принципиально изменяется, т.е. фактически осуществляется ее пересоздание (пересинтез). *В результате пересинтеза базы знаний при встрече в будущем проблемных ситуаций, аналогичных разрешенной, система уже будет реагировать на них как проблемы, решаемые автоматизированными системами поддержки принятия решений.*

Блоки, в которых могут применяться интеллектуальные технологии, т.е. современные системы искусственного интеллекта, на рисунке 103 показаны с затемненным фоном:

– *блоки 2 и 12:* система распознавания образов, идентификации и прогнозирования;

– *блоки 9, 11, 12 и 14:* автоматизированная система поддержки принятия решений.

Теперь можно уже более конкретно и обоснованно сформулировать, что задачей контроллеров является с применением этих интеллектуальных систем создание и верификация соответствующих интеллектуальных приложений, т.е. конкретных моделей, на основе которых могут решаться задачи идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений в корпорации. Задачей же менеджеров является применение на практике разработанных контроллерами интеллектуальных приложений. Конечно, в задачи контроллера входит и обучение менеджеров, и контроль за их работой с применением данных технологий.

Итак, одна из важнейших современных тенденций развития технологии контроллинга состоит в том, что эти технологии все больше и больше проникают в фирмы все меньшего размера. Однако для того, чтобы контроллер мог соответствовать этим требованиям времени ему необходим соответствующий адекватный *инструмент*, обеспечивающий возможно наиболее полную автоматизацию его функций. По сути дела ему необходима своего рода интеллектуальная автоматизированная система научных исследований (ИАСНИ), т.е. система, обеспечивающая поддержку тех интеллектуальных, познавательных (когнитивных) функций и операций, которые ученый выполняет в процессе познания и научного исследования предметной области. Современный уровень развития систем искусственного интеллекта и интеллектуальных автоматизированных систем правления позволяет ставить и решать задачу создания таких систем.

4.4.3. Обоснование целесообразности применения метода системно-когнитивного анализа для решения поставленных задач

Вышесказанное позволяет обоснованно сформулировать ряд общих требований к методам решения различных задач интеллектуального управления современной фирмой, ориентированной на экономику знаний, которые в перспективе могли бы стать аде-

кватным инструментом автоматизированной поддержки основных функций контроллера в малых и средних фирмах.

Первое требование. Метод должен обеспечивать решение сформулированной проблемы в условиях неполной (фрагментированной) зашумленной исходной информации большой размерности, не отражающей всех ограничений и ресурсов и не содержащей полных повторений всех вариантов сочетаний прибыли, рентабельности, номенклатуры и объемов продукции, причем получение недостающей информации представляется принципиально невозможным.

Второе требование. Метод должен быть недорогим в приобретении и использовании, т.е. для этого должно быть достаточно одного стандартного персонального компьютера, недорогого лицензионного программного обеспечения и одного сотрудника, причем курс обучения этого сотрудника должен быть несложным для него, т.е. не предъявлять к нему каких-то сверхжестких нереалистичных требований.

Третье требование. Вся необходимая и достаточная исходная информация для применения метода должна быть в наличии в бухгалтерии, планово-экономических и других подразделениях фирмы.

Четвертое требование. Метод должен быть адаптивным, т.е. оперативно учитывать изменения во всех компонентах моделируемой системы.

Наконец можно выдвинуть и *пятое требование.* Для решения различных задач управление фирмой на всех иерархических уровнях информационной пирамиды корпорации, приведенных на рисунке 102, возможно за исключением 1-го, должен использоваться *один* математический метод, *один* алгоритм его реализации и *единый* программный инструментарий для осуществления этого алгоритма, т.е. *одна* система.

Для разработки адаптивной методики, необходимой для решения рассмотренных здесь проблем управления фирмой, выбран метод автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), удовлетворяющий всем обоснованным выше требованиям.

Этот выбор был обусловлен тем, что данный метод является непараметрическим, позволяет корректно и сопоставимо обрабатывать тысячи градаций факторов и будущих состояний объекта управления при неполных (фрагментированных), зашумленных данных различной природы, т.е. измеряемых в различных единицах измерения. Для метода АСК-анализа разработаны и методика численных расчетов, и соответствующий программный инструментарий, а также технология и методика их применения. Они прошли успешную апробацию при решении ряда задач в различных предметных областях [7]. Наличие инструментария АСК-анализа (базовая система "Эйдос") [7] позволяет не только осуществить синтез семантической информационной модели (СИМ), но и периодически проводить адаптацию и синтез ее новых версий, обеспечивая тем самым ее локализацию для других месть применения и отслеживание динамики предметной области сохраняя тем самым высокую адекватность модели в изменяющихся условиях. Важной особенностью АСК-анализа является возможность единообразной числовой обработки разнотипных по смыслу и единицам измерения числовых и нечисловых данных (в т.ч. текстовых и графических). Это обеспечивается тем, что нечисловым величинам тем же методом, что и числовым, приписываются сопоставимые в пространстве и времени, а также между собой, количественные значения, имеющие смысл количества информации или знаний, что позволяет сопоставимо обрабатывать их как числовые. При этом на первых двух этапах АСК-анализа числовые величины сводятся к интервальным оценкам, как и информация об объектах нечисловой природы (фактах, событиях) (этот этап реализуется и в методах интервальной статистики); на третьем этапе АСК-анализа всем этим величинам по единой методике, основанной на системном обобщении семантической теории информации А. Харкевича, сопоставляются количественные величины (имеющие смысл количества информации или знаний в признаке о принадлежности объекта к классу), с которыми в дальнейшем и производятся все операции моделирования (этот этап является уникальным для АСК-анализа).

АСК-анализ обеспечивает:

– *выявление* знаний о поведении сложной многопараметрической системы под действием большого количества факторов раз-

личной природы (измеряемых в различных единицах измерения) из эмпирических данных;

– *формализацию* этих знаний в форме баз знаний (с оценкой степени их адекватности);

– *применение* этих знаний для решения задач прогнозирования и поддержки принятия решений, т.е. управления.

Метод автоматизированного системно-когнитивного анализа и его программный инструментарий – система «Эйдос» обеспечивают выявление причинно-следственных зависимостей из эмпирических данных. В качестве инструментария для формального представления причинно-следственных зависимостей используются когнитивные функции, представляющие собой многозначные интервальные функции многих аргументов, в которых различные значения функции в различной степени соответствуют различным значениям аргументов, причем количественной мерой этого соответствия выступает знания, т.е. информация о причинно-следственных зависимостях в эмпирических данных, полезная для достижения целей [117, 125].

В работе [7] приведен перечень этапов системно-когнитивного анализа, которые необходимо выполнить, чтобы осуществить синтез модели объекта управления, решить с ее применением задачи прогнозирования и поддержки принятия решений, а также провести исследование объекта моделирования путем исследования его модели. Учитывая эти этапы СК-анализа выполним декомпозицию цели работы в последовательность задач, решение которых обеспечит ее поэтапное достижение:

1. Когнитивная структуризация предметной области и формальная постановка задачи, проектирование структуры и состава исходных данных.

2. Формализация предметной области.

2.1. Получение исходных данных запланированного состава в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации (обычно в форме базы данных какого-либо стандарта или Excel-формы).

2.2. Разработка стандартной Excel-формы для представления исходных данных.

2.3. Преобразование исходных данных из исходных баз данных в стандартную электронную Excel-форму.

2.4. Контроль достоверности исходных данных и исправление ошибок.

2.5. Использование стандартного программного интерфейса системы «Эйдос» для преобразования исходных данных из стандартной Excel-формы в базы данных системы "Эйдос" (импорт данных).

3. Синтез семантической информационной модели (СИМ), отражающей силу и направление влияния факторов на переход объекта управления в будущие состояния.

4. Измерение адекватности СИМ.

5. Повышение эффективности СИМ.

6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также научного исследования предметной области.

7. Разработка принципов оценки экономической эффективности разработанных технологий при их применении в торговой фирме.

8. Исследование ограничений разработанной технологии и перспектив ее развития.

Рассмотрим подробнее пять различных задач управления знаниями фирмы на различных иерархических уровнях управления, для решения которых обоснованно и эффективно применен метод системно-когнитивного анализа с использованием его программного инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» (система «Эйдос») [15, 16].

4.4.4. Двухуровневая АСУ качеством подготовки специалистов, как АСУ ТП в образовании

В работах [15, 16] рассматривается специфика применения автоматизированных систем управления (АСУ) в вузе для управления качеством подготовки менеджеров, предлагается двухконтурная модель АСУ, на 1-м контуре которой осуществляется управление студентом с помощью образовательного процесса, а на 2-м – управление самим образовательным процессом, при этом рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров рассматривается авторами как АСУ технологическими процессами (ТП)

в образовании. Работа поддержана грантом КубГАУ за 2006 год по созданию программы мониторинга качества образования.

4.4.4.1. Специфика применения АСУ в вузе

Классическая схема автоматизированной системы управления (АСУ) включает управляемый объект и управляющую систему, находящиеся в некоторой окружающей среде и взаимодействующие друг с другом за счет управляющих и обратных связей (рисунок 104).

Рисунок 104. Структура типовой АСУ

Традиционно АСУ применялись при управлении различными техническими системами и *технологическими процессами* (АСУ ТП). В экономике известны АСУ организационного управления (АСОУ), в которых осуществляется управление *людьми*, выполняющими различные функции по производству материального продукта.

Возникает вопрос о том, можно ли осуществить перенос огромных наработок в этих областях на новую предметную область: синтез рефлексивной АСУ качеством подготовки

менеджеров? Для обоснованного ответа на этот вопрос, как минимум, необходимо *сравнить* АСУ в вузе с АСУ на производстве и в экономике, т.е. по сути, провести некоторую аналогию (конечно, насколько это корректно и возможно) между вузом и заводом, сравнить, что в этих случаях является сырьем, управляющими факторами, конечным продуктом, окружающей средой (таблица 58):

Таблица 58 – Сравнение рефлексивной асу качеством подготовки менеджеров с АСУ ТП и АСОУ

№	Элементы АСУ	Виды АСУ		
		АСУ ТП	АСОУ	РАСУ КПС
1	**Сырье**	Заготовка, сырье	Неавтоматизированная организационная система	Абитуриент
2	**Объект управления**	Заготовка	Управленцы и производственники	Учащийся
3	**Управляющие факторы**	Управляющие сигналы	Приказы и распоряжения руководителей	Образовательные технологии
4	**Конечный продукт**	Изделие	Автоматизированная организационная система	Выпускник, молодой специалист
5	**Потребитель**	Население, организации	Организации	Сам выпускник, его родители, организации, социум
6	**Окружающая среда**	Физические факторы	Экономические факторы	Рынок образовательных услуг, рынок труда

В таблице 58 приведены АСУ, в которых объектом управления является некий объект, на начальном этапе представляющий собой *сырье*, а на конечном, благодаря воздействию определенной *технологии*, преобразующийся в конечный *продукт*, выпускаемый организацией и потребляемый некоторым внешним потребителем.

Конечно, абитуриент обладает определенными предпосылками для того, чтобы стать или не стать хорошим студентом или менеджером, но можно ли на этом основании в каком-то смысле сравнивать его с сырьем или какой-нибудь заготовкой для будущей детали? *Если при этом сравнении упускается специфика абитуриента, как активной системы, то такое сравнение безусловно некорректно*, если же характеристика конституционных и

социально-обусловленных личностных свойств абитуриента (в том числе таких как его оценка и самооценка, мотивации, ценностные ориентации и т.д.) входит в систему исследуемую факторов, влияющих на его переход в будущие состояния, как это предлагается в данной работе, то такое сравнение не только обоснованно, но и целесообразно.

4.4.4.2. Двухконтурная модель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

Концепция рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров и технология QFD (технология развертывания функций качества)

Чтобы сформулировать концепцию управления в рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров рассмотрим упрощенную формальную модель. *Процесс* управления состоит из последовательных *циклов* управления, каждый из которых включают следующие этапы:

– количественное сопоставимое измерение параметров и идентификация состояния объекта управления;

– оценка эффективности (качества) предыдущего управляющего воздействия;

– если предыдущее управляющее воздействие не обеспечило приближения цели, то выработка новых или корректировка (адаптация) имеющихся методов принятия решений;

– иначе – выработка нового управляющего воздействия на основе имеющихся методов принятия решений;

– реализация управляющего воздействия.

При этом объектами управления, в соответствии с технологией QFD (развертывания функций качества) на различных уровнях являются:

– потребительские свойства продукта;

– свойства его компонент;

– технологический процесс;

– элементы (операции) технологического процесса (рисунок 105) [13]:

Рисунок 105. Обобщенная схема QFD-технологии (развертывание функций качества) согласно Б. Робертсону[99]

Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы Б: 1-й контур: "Образовательный процесс – студент"

Конкретизируем общие положения QFD-технологии (развертывание функций качества) для случая рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров. Из этой технологии следует, что на макроуровне в этой АСУ должно быть по крайней мере два уровня:

– 1-й уровень – управление качеством конечной продукции;

– 2-й уровень – управление качеством технологии производства конечной продукции.

Такие АСУ, которые управляют производством конечного продукта организации, будем называть АСУ группы "Б" (АСУ средств потребления). Применительно к рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, АСУ группы "Б" – это АСУ управления студентом с помощью образовательных технологий (рисунок 106):

---

[99] См., например: http://www.twirpx.com/file/118813/

Рисунок 106. Обобщенная схема АСУ КПС группы "Б"

Обычно влияние тех или иных традиционных образовательных технологий на свойства выпускника считается *известным*. Это положение не подвергается в данной работе сомнению, однако необходимо отметить, что само понятие "известно" существенно отличается в гуманитарной и технических областях, т.е. в этих областях приняты различные *критерии* для классификации исследуемых закономерностей на "известные" и "неизвестные". Это приводит к тому, что в ряде случаев то, что "гуманитарии" считают для себя известным не является таковым для "естественников", *т.е. они, конечно, имеют эти знания, но они их не устраивают*. Как правило, гуманитариев *устраивает* качественная оценка связи, в результате они часто оперируют нечеткими высказываниями типа: "Наличие хороших учебных помещений положительно сказывается на качестве образования". И это для них приемлемо. Однако для создания АСУ необходима *количественная модель предметной области*, отражающая знания о взаимосвязях образовательных технологий и уровнях предметной обученности и воспитанности студентов, т.е. знаний, выраженных в такой качественной форме *недостаточно*, требуется количественная формулировка.

Что значит "хорошее учебное помещение", что "значит качество образования", в каких *сопоставимых* единицах измерения и *каким способом* (и каким *измерительным инструментом*) можно *измерять* эти величины, в каких единицах измерения измеряется взаимосвязь между ними, носит ли она детерминистский или статистический характер и т.д. и т.п. Вот лишь некоторые вопросы, которые задают себе проектировщики АСУ. В результате в одной и той же ситуации гуманитарий может считать, что ему "известна та или иная зависимость", а менеджер по созданию АСУ, предъявляющий к себе значительно более жесткие требования, не может себе позволить так считать, что ему это известно, а значит, будет ставить вопрос о проведении специальных исследований для выявления и количественного измерения этих связей.

Поэтому при создании рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров возникают проблемы:

– количественного измерения различных параметров образовательных процессов, предметной обученности и воспитанности студентов и выпускников;

– выявления количественных зависимостей между параметрами образовательных процессов (управляющими воздействиями) и предметной обученностью и воспитанностью студентов и выпускников.

Во всех случаях внедрение АСУ означает прежде всего изменение (совершенствование) технологии воздействия на объект управления (рисунок 106 и таблица 58). Таким образом, сам процесс внедрения АСУ можно рассматривать как процесс управления совершенствованием технологии производства конечного продукта вуза, т.е. выпускника, молодого менеджера.

Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы А: 2-й контур: "Руководство вузом – образовательный процесс"

АСУ, в которых сама образовательная технология является объектом управления, мы отнесем к группе "А" (таблица 59).

В технических, производственных и (в меньшей степени) в экономических системах АСУ группы "А" являются чем-то экзотическим, т.к. объект управления, как правило, представляет собой систему с медленноменяющимися параметрами. В этих об-

ластях АСУ после внедрения работают достаточно длительное время без существенных изменений.

Таблица 59 – Компоненты АСУ образовательными технологиями

№	Элементы АСУ	Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров
1	Сырье	Образовательный процесс и ППС до внедрения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров
2	Объект управления	Образовательный процесс и преподаватели
3	Управляющие факторы	Материально-техническое и научно-методическое обеспечение образовательного процесса, повышение квалификации ППС
4	Конечный продукт	Образовательный процесс и ППС после внедрения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров
5	Потребитель	Сам выпускник, его родители, организации, социум
6	Окружающая среда	Рынок труда и образовательных услуг

В рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров ситуация кардинально иная: и сами учащиеся, и условия окружающей среды, являются весьма динамичными, из чего с необходимостью следует и высокая динамичность образовательных технологий. Следовательно, рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы "Б" фактически не только не может быть внедрена, но даже и разработана без одновременной разработки и внедрения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров группы "А", которая бы обеспечила ей высокий уровень адаптивности, достаточный для обеспечения поддержки адекватности модели как при количественных, так и при качественных изменениях предметной области, т.е. как на детерминистских, эргодичных периодах, на которых закономерности предметной области остаются практически неизменными или изменяются лишь количественно, так и после прохождения системой точек бифуркации, после чего они изменяются качественно.

Обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров группы "А" приведена на рисунке 107:

Рисунок 107. Обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров группы "А"

Двухконтурная модель и обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

Объединение рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров групп "А" и "Б" приводит к схеме двухуровневой АСУ, в которой первый контур управления включает управление студентом, а второй контур управления обеспечивает управление самой образовательной технологией, оказывающей управляющее воздействие на студента.

Но и управление образовательными технологиями будет беспредметным без обратной связи, содержащей информацию об эффективности, как традиционных педагогических методов, так и педагогических инноваций, т.е. без учета их влияния на качество образования.

Кроме того, рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров включает ряд *обеспечивающих* систем, работа которых направлена на создание наиболее благоприятных условий для выполнения *основной функции* этой АСУ, т.е. обеспечение *международного* уровня качества образования. Это так называемые обеспечивающие подсистемы:

– стратегическое управление (включая совершенствование организационной структуры университета и демократизацию управления);

– управление инновационной деятельностью (НИР, ОКР, внедрение);

– управление информационными ресурсами (локальные и корпоративные сети, Internet);

– управление планово-экономической, финансовой и хозяйственной деятельностью, и др.

Необходимо также отметить, что рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров работает в определенной окружающей среде, которая, в частности, включает:

– социально-экономическую среду;

– рынок труда;

– рынок образовательных услуг;

– рынок наукоемкой продукции.

Учитывая вышесказанное, в данном исследовании предлагается следующая обобщенная модель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, включающую в качестве базовых подсистем АСУ групп "А" и "Б", а также обеспечивающие подсистемы (рисунок 108).

Необходимо отметить, что двухуровневая схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров является обобщением структуры типовой АСУ для вуза, а не обобщением структуры рефлексивной АСУ активными объектами [7]. Чтобы рассматривать ее именно как рефлексивную АСУ необходимо иметь в виду, что и образовательный процесс, и студент, являются *активными объектами* и управляющие воздействия на них имеют *информационный* характер. При этом информационные потоки обуславливают соответствующие финансовые, энергетические и вещественные потоки, изучаемые методами логистики.

Рисунок 108. Обобщенная схема двухуровневой рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

4.4.4.3. Двухуровневая рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров, как АСУ ТП в образовании: сходство и различие

Итак, объединение рефлексивных АСУ качеством подготовки менеджеров групп "А" и "Б" приводит к схеме двухуровневой АСУ. Из сравнения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров с АСУ ТП, то можно сделать следующие выводы:

– аналогом сырья в вузе является абитуриент;

– объектом управления в вузе является студент, который представляет собой систему несопоставимо более сложную, чем любая техническая система или любой производственный процесс;

– технологический процесс в вузе – это образовательный процесс, где использование технических средств является вспомогательным, а основным является прямое воздействие профессорско-преподавательского состава.

Вуз, если рассматривать его как производственную систему, имеет весьма специфический конечный продукт – это выпускник, молодой менеджер.

Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров имеет еще одну ярко выраженную специфическую особенность по

сравнению с АСУ ТП: эта особенность – *очень большая длительность технологического процесса "по выпуску одного изделия",* т.е. время прохождения студента вдоль обрабатывающих центров (преподавателей) по образовательному конвейеру до выпускника (от 4 до 7 лет, обычно 5 лет). В производственных АСУ ТП это время измеряется минутами, реже часами или днями. Эта особенность привела к тому, что на различных стадиях образовательного процесса традиционно сложились свои циклы управления, *вложенные* во внешний цикл управления более высокого уровня, включающие образовательное управляющее воздействие и контроль его результатов в течение каждого семестра или даже занятия. При этом сами обрабатывающие центры (преподаватели) не автоматизированы и практически все управляющее воздействие представляет собой "ручной труд".

Кроме того, в связи с тем, что качество результата во многом предопределяется качеством "сырья", т.е. абитуриентов, многие вузы пришли к тому, что создали свои собственные системы довузовского образования или наладили тесные шефские связи с уже существующими средними образовательными учреждениями.

Для повышения качества образования также очень важно иметь регулярную, систематическую информацию *обратной связи* о начале и продолжении трудового пути выпускников, молодых менеджеров, об их оценке *потребителями*. Для получения подобной информации вуз должен быть заинтересован в том, чтобы не терять связь со своими выпускниками на протяжении их трудового и жизненного пути, организуя с этой целью различные товарищества выпускников, регулярные встречи выпускников и т.п. и т.д.

Следовательно, создание учебных заведений нового типа, интегрирующих в единую систему системы довузовского, вузовского и послевузовского образования, т.е. *университетских комплексов*, весьма перспективно. Поэтому обобщенную схему двухуровневой рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, представленную на рисунке 109, имеет смысл представить в виде "Технологической схемы управления", более традиционной для АСУ ТП.

Рисунок 109. Детализированная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, как двухуровневой АСУ ТП

Цель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

Традиционно, *цель* применения АСУ можно представить в виде некоторой суперпозиции *трех* подцелей:

1. Стабилизация состояния объекта управления в динамичной или агрессивной внешней среде.

2. Перевод объекта в некоторое конечное (целевое) состояние, в котором он приобретает определенные заранее заданные свойства.

3. Повышение качества функционирования самой АСУ (адаптация и синтез модели, совершенствование технологии воздействия на объект управления в соответствии с принципом дальности управления Фельдбаума).

Для рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, очевидно, наиболее актуальными являются второй и третий аспекты цели АСУ, причем если второй аспект реализуется путем применения образовательных технологий, то третий – за счет реализации в составе рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров подсистемы управления образовательным процессом. На этом моменте стоит остановиться подробнее. Если существующая образовательная технология позволяет достичь поставленной перед ней цели, то она просто применяется и эта задача решается. Если же нет, то задача превращается в проблему, которая может быть решена только путем совершенствования самой образовательной технологии.

Структура окружающей среды рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

Как правило, АСУ действует в определенной окружающей среде, которая является общей и для субъекта, и для объекта управления (система управления находится вне среды объекта управления в случае автоматизированных систем дистанционного управления, рассмотрение которых выходит за рамки данной работы). *Граница между тем, что считается окружающей средой, и тем, что считается объектом управления относительна и зависит от уровня развития технологий, т.к. определяется возможностью подсистемы управления оказывать на них воз-*

действие: на объект управления управляющее воздействие может быть оказано, а на среду нет.

Окружающая среда включает несколько "слоев": социально-экономическая среда; рынок труда; рынок образовательных услуг; рынок наукоемкой продукции и т.д.

Студент, как объект управления рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

В определенном аспекте студент, очевидно, может с полным основанием рассматриваться как объект управления, на который преподавателями в течение длительного времени систематически оказывается определенное целенаправленное управляющее воздействие, призванное, в конце концов, превратить вчерашнего школьника в профессионала в некоторой предметной области.

Конечно, подобный подход является очень упрощенным, т.к. человек является не просто сложнейшей системой обработки информации, но и обладает *свободой воли*.

С формальной точки зрения это означает, что человек, как объект управления, представляет собой активную систему. Внешние параметры подобных систем слабым и очень сложным образом связаны с их результирующим (целевым) состоянием. Выразить в аналитической форме эти зависимости в настоящее время практически не представляется возможным. Эти обстоятельства привели к тому, что традиционные подходы к синтезу систем управления состоянием человека, разрабатываемые в основном в медицине, не дали ощутимых результатов. Сложноразрешимые проблемы возникают как на этапе идентификации состояния объекта управления, так и на этапе выработки управляющего воздействия.

4.4.5. Knowledge management и информационная безопасность самообучающейся организации

Проблема обеспечения информационной безопасности является системной и далеко выходит за рамки чисто технической или инженерной проблемы. В частности вся серьезность возможных последствий ошибок в обеспечении информационной безопасности часто не вполне осознается не только системным администратором, но и руководством фирмы. Одной из причин этого,

по-видимому, является то, что примеры, приводящиеся в специальной литературе, редко бывают убедительными, т.к. чаще всего описанные в них фирмы мало напоминают нашу конкретную небольшую фирму. В тоже время для обоснованного принятия решения о целевом финансировании работ по обеспечению информационной безопасности руководителю любой фирмы необходима информация, как о стоимости этих работ, так и о возможных финансовых и иных последствиях отказа от их проведения.

Однако проблема состоит в том, что получить подобную информацию в настоящее время весьма затруднительно, т.к. на Российском рынке программного обеспечения отсутствуют доступные небольшим фирмам и понятные рядовому системному администратору и его руководителю методики оценки последствий ошибок в конфигурировании системы безопасности их компьютеров.

Для определенности ограничимся рассмотрением системы безопасности операционной системы MS Windows.

Одним из стандартных средств централизованной проверки компьютеров под управлением MS Windows, которое традиционно применяется для выявления типичных ошибок конфигурации системы безопасности и создания отдельного отчета по результатам проверки каждого компьютера под управлением операционной системы MS Windows, является Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA).

Однако данное средство не содержит какого-либо аппарата прогнозирования возможных последствий фактически имеющейся конфигурации системы безопасности.

Поэтому для решения поставленной здесь проблемы требуется разработка адаптивной методики прогнозирования возможных финансовых и иных последствий ошибок в настройках системы информационной безопасности. Применение АСК-анализа для решения поставленной проблемы рассматривается в работе [16].

4.4.6. Бенчмаркинг в торговой фирме

Руководство любой небольшой торговой фирмы постоянно решает проблему определения номенклатуры и объемов товаров, реализация которых обеспечила бы увеличение прибыли и рентабельности фирмы при известных ограничениях на оборотные

средства, транспорт, складские и торговые помещения, но при неизвестной емкости рынка.

При решении поставленной проблемы руководство традиционно исходит из следующих простых и очевидных соображений, отражающих две крайние ситуации:

– если закупить товары, которые не пользуются спросом, то они не будут проданы и затраты на их приобретение, доставку, хранение и попытку продажи станут убытками;

– если же закупать наиболее востребованные рынком товары, то они будут реализованы, но это может и не увеличивать прибыль фирмы или даже принести убытки, т.к. по этим товарам выручка может очень незначительно покрывать или даже не покрывать затраты на их приобретение, доставку, хранение и продажу.

Как правило, на практике традиционно закупаются те товары и в тех количествах, которые были реализованы в предыдущий период. Однако при этом остается открытым и нерешенным вопрос о том, насколько номенклатура и объем этих товаров эффективны с точки зрения достижения цели фирмы: повышения ее прибыли и рентабельности. Это означает, что традиционный способ решения поставленной проблемы на неформализованном интуитивном уровне обычно не позволяет решить ее достаточно эффективно.

Применение компьютерных технологий, в частности задачи линейного программирования и других оптимизационных методов, для решения подобных задач наталкивается на ряд сложностей связанных с тем, что как сами математические модели, так и реализующий их программный инструментарий, а также исходная информация для их использования не удовлетворяют сформулированным выше требованиям:

– эти системы недостаточно технологичны для их применения в небольших торговых фирмах;

– существующие системы разработаны за рубежом или в мегаполисах (в основном в Москве и Санкт-Петербурге) и очень слабо отражают региональную специфику и также специфику конкретной фирмы (т.е. не локализованы). Точнее сказать – они вообще ее не отражают, из-за чего и имеют очень низкую достоверность прогнозирования, близкую и статистически незначимо отличающуюся от вероятности случайного угадывания без ис-

пользования этих систем или другой априорной информации. Этим обусловлена и низкая эффективность рекомендуемых ими решений;

– эти системы не обладают адаптивностью и не учитывают динамику предметной области, которая чрезвычайно высока, особенно в Южном Федеральном Округе (ЮФО). В результате даже первоначально хорошо работающие (локализованные) системы очень быстро теряют адекватность модели и качество прогнозов и рекомендуемых решений;

– стоимость этих систем настолько высока, что их приобретение и использование чаще всего мало или вообще нерентабельно, особенно для небольших торговых фирм.

Необходимо еще раз отметить, что если ограничения фирмы известны ее руководству, то емкость рынка по номенклатуре товаров в сфере действия фирмы, вообще говоря, остается неизвестной, что не позволяет применить задачу линейного программирования. Для определения этой емкости обычно необходимо регулярно проводить специальные достаточно дорогостоящие маркетинговые исследования. Но даже если бы это удалось, то было бы получено тривиальное решение: торговать одним товаром, обеспечивающим наибольшее превышение выручки над затратами. Однако этого решение является неверным, т.к. чтобы торговля этим товаром принесла прибыль, сопоставимую с прибылью от торговли широким спектром товаров, он должен реализоваться в таких количествах, которые обычно намного превышают реальный спрос на него. Кроме того, ясно, что один товар, каким бы он не был замечательным, по своим потребительским свойствам не может заменить спектра товаров.

Как это понятно, для решения поставленной здесь проблемы тоже требуется разработка адаптивной методики прогнозирования влияния, но уже номенклатуры и объемов реализуемой продукции на прибыль и рентабельность фирмы, и, на этой основе, поддержки принятия решений о выборе таких сочетаний этих факторов, которые обеспечили бы достижение цели фирмы. Применение АСК-анализа для решения поставленной проблемы рассматривается в работе [16].

4.4.7. Управление технологическими знаниями в производственной фирме

Как уже отмечалось во введении цель фирмы, производящей те или иные виды продукции или оказывающей услуги, по крайней мере, как ее осознает собственник, как правило, состоит в повышении прибыли, а также рентабельности. Наиболее очевидным способом увеличения прибыли является простое увеличение объема производства или оказанных услуг, т.е. экстенсивный путь, основанный на увеличении затрат. Повышение рентабельности также позволяет повысить прибыль, но без увеличения затрат, или получить ту же прибыль но с меньшими затратами. По своему экономическому смыслу рентабельность представляет собой эффективность используемого в фирме способа получения прибыли и обычно увеличение рентабельности предполагает технологическую модернизацию производства и его организации, внедрение инновационных технологий, т.е. его интенсификацию, поэтому этот путь называется интенсивным. Таким образом, путь достижения поставленной цели, а именно путь повышения прибыли фирмы, включает много различных компонент, определяющей из которых является выбор конкретной технологии, обеспечивающей получение заданного результата.

Подчеркнем еще раз, что сам путь от ситуации, фактически сложившейся в фирме, к целевой ситуации, как правило, является далеко не идеальным.

Руководство любой фирмы постоянно решает проблему поиска и получения в свое распоряжение технологии, обеспечивающей увеличение прибыли и рентабельности фирмы при имеющихся и известных руководству фирмы ограничениях на оборотные средства, транспорт, сырье и материалы, средства их обработки, складские и торговые помещения, и других ограничениях. Однако эта проблема решается при неизвестной руководству емкости рынка на тот период будущего времени, когда продукция будет произведена и предметно станет вопрос о ее реализации.

При решении поставленной проблемы руководство традиционно исходит из методик и рекомендаций, разработанных учеными и практиками для подобных по объему и направлению деятельности фирм.

Однако при этом остается открытым и нерешенным вопрос о том, насколько эти рекомендации эффективны с точки зрения достижения цели для данной конкретной фирмы.

Будем предполагать, что эти методики и рекомендации разработаны именно для достижения поставленной цели, а не какой-либо другой. Об этом приходится говорить явно, т.к. такое несоответствие целей фирмы и целей методик и рекомендаций на практике встречается сплошь и рядом.

Первый вопрос состоит в том, насколько полно и верно эти методики и рекомендации учитывают как специфику конкретной фирмы, так и специфику того региона, в котором данная фирма действует. Это вопрос о том, соответствуют ли эти рекомендации месту их применения, т.е. о том, насколько они локализованы.

Второй не менее важный вопрос – это вопрос о степени соответствия этих методик и рекомендаций времени их применения, т.е. о том, как полно и верно они отражают последние новейшие мировые и отечественные достижения и тенденции в этой области, т.е. как они адаптированы ко времени их предполагаемого применения.

Таким образом, методики и рекомендации, удовлетворяющие всем сформулированным требованиям, практически недоступны фирмам, чаще всего по той причине, что они просто не существуют или разработаны давно и в основном за рубежом. В свою очередь создание их отечественных аналогов или локализация и адаптация являются чрезвычайно наукоемким и дорогим делом, да и коллективов, которые могли бы взяться за него, очень мало. Поэтому на практике чаще всего применяются неадаптированные и нелокализованные методики, созданные вообще для других целей, чем те, для достижения которых их применяют. Это означает, что традиционный способ решения поставленной проблемы – это ее решение на неформализованном уровне управления знаниями, т.к. почти «вручную» или практически «на глазок», и обычно это не позволяет решить ее на должном уровне и достаточно эффективно.

Применение компьютерных технологий для решения подобных задач наталкивается на ряд сложностей связанных с тем, что как сами математические модели, так и реализующий их программный инструментарий, а также исходная информация для их

использования не удовлетворяют сформулированным выше требованиям.

Как это видно здесь опять возникает необходимость разработки адаптивной методики, обеспечивающей:

– на основе анализа бизнес-процессов выявление знаний о влиянии технологических факторов на объемы и качество производимой продукции и оказанных услуг, а также на прибыль и рентабельность фирмы;

– использование этих знаний для прогнозирования и поддержки принятия решений о выборе таких сочетаний технологических факторов, которые обеспечили бы достижение цели фирмы.

Применение АСК-анализа для решения поставленной проблемы рассматривается в работе [16].

4.4.8. Управление персоналом фирмы путем решения обобщенной задачи о назначениях

Системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» позволяют разработать профессиограммы, т.е. на основе ретроспективной базы данных определить, какие признаки респондентов (первичные, устанавливаемые непосредственно, вторичные, т.е. расчетные) наиболее характерны для работников, успешно работающих по тем или иным должностям [16]. Аналогично, могут быть разработаны профессиограммы, отражающие успешность обучения по тем или иным специальностям, дисциплинам и циклам дисциплин [16]. Во всех этих случаях можно и решить задачу о назначениях, т.е. распределить кандидатов, претендующих на ту или иную оплату труда (затраты), на должности, в соответствии с ограничениями на фонд оплаты труда по этим должностям, причем сделать это таким образом, что и для каждого работника, и по каждой должности, и по организации в целом, будет получена максимальная польза.

Применение АСК-анализа для решения поставленной проблемы рассматривается в работе [16].

Все сформулированные выше задачи были успешно решены для рассмотренных здесь проблем управления фирмой. С описанием решений по проблеме управления качеством подготовки специалистов можно ознакомиться в работе [16], информацион-

ной безопасности [16], по проблеме определения номенклатуры и объемов реализуемых товаров в [16], по проблеме выбора технологии в [16], по управлению персоналом в [16].

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Применение системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» позволяет создать полнофункциональную двух уровневую систему управлению качеством подготовки специалистов, на первом уровне которой осуществляется управление учащимися с целью сделать их специалистами, а на втором – управление учебным процессом с целью повышения его эффективности.

2. Применение системно-когнитивного анализа для выявления знаний о последствиях ошибок в конфигурировании системы безопасности по отчету Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA) и использования этих знаний для прогнозирования последствий дало желаемые результаты.

3. Применение системно-когнитивного анализа бизнес-процессов реальной торговой фирмы позволило создать методики прогнозирования и поддержки принятия решений по такому выбору номенклатуры и объемов реализуемой продукции, которые обеспечивают получение максимальной прибыли и рентабельности.

4. Применение системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» позволило создать интеллектуальную консалтинговую систему, обеспечивающую как выявление технологических знаний, так и поддержку принятия решений по эффективному применению этих знаний с целью достижения заданных показателей хозяйственно-экономической эффективности;

5. Системно-когнитивный анализ и его инструментарий – система «Эйдос» являются адекватным средством для решения для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях персонала фирмы, учитывающего не только различную потенциальную полезность сотрудников на разных должностях, различные затраты на оплату труда сотрудников и фонды заработной платы должностей, но и обеспечивающего автоматическое определение степени этой полезности сотрудников

на разных должностях на основе их признаков путем решения задачи распознавания.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность ведущему российскому ученому и организатору в области контроллинга профессору Сергею Григорьевичу Фалько за мастер-класс, прошедший 15 октября 2010 на кафедре общего, стратегического и информационного менеджмента Кубанского государственного университета, вдохновивший авторов на написание этой работы.

4.5. Дисциплина: «Функционально-стоимостной анализ системы и технологии управления персоналом (магистратура)»

В данном разделе на примере применения функционально-стоимостного анализа для решения задачи управления персоналом рассматривается задача о назначениях (рюкзаках) в различных все более общих постановках, учитывающих: 1) размер грузов и объемы рюкзаков; 2) различную полезность грузов, зависящую только от грузов, но одинаковую для всех рюкзаков, и различные затраты на их размещение, а также ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении; 3) различную полезность каждого груза для разных рюкзаков, различные затраты на размещение грузов и различные ресурсы хозяев рюкзаков. Более подробно рассматриваются технология и методика применения системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях, обеспечивающего автоматическое прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов[100].

4.5.1. Система «Эйдос» как инструментарий для управления персоналом фирмы

Различные варианты задачи о назначениях[101] часто встречаются в самых различных предметных областях, от управления запасами на стационарных складах и воздушных, водных и подводных судах до управления очередями заданий в различных системах массового обслуживания (СМО), например в супермаркетах и многопроцессорных системах.

---

[100] URL: http://spm.kubsu.ru/file/mat_kon9.pdf

[101] См.: URL: http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-0407.htm&stpar1=1.8.1

Рассмотрим на уровне *неформальной* постановки и алгоритмов решения различные варианты задачи о назначениях (рюкзаках или ранцах[102]) во все более общих постановках, учитывающих:

Задача-1: различные размеры грузов и объемы рюкзаков;

Задача-2: различную полезность[103] грузов, зависящую только от грузов и различные затраты на их размещение, а также ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении;

Задача-3: различную полезность каждого груза для разных рюкзаков, различные затраты на размещение грузов и различные ресурсы хозяев рюкзаков.

Задача-4: тоже, что в 3-й задаче, плюс автоматическое прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков этих грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов.

Для решения 4-й задачи, впервые встречающейся в литературе, применим технологию и методику системно-когнитивного анализа и его инструментарий – систему «Эйдос».

Задача-1.

Дано: размеры грузов и объемы рюкзаков;

Необходимо: разместить грузы по рюкзакам так, чтобы для размещения наиболее важные грузы были размещены в первую очередь и при этом было использовано минимальное количество рюкзаков, причем рюкзаки были максимально заполнены (т.е. остатки пустого места минимальны). Будем считать, что важность грузов пропорциональна их размерам.

Алгоритм решения (LPT-longest processing time): Заполняем рюкзак грузами в порядке убывания их размера до тех пор, пока не превышен объем рюкзака, иначе берем самый большой новый пустой рюкзак и продолжаем процесс, или подробнее по шагам:

Шаг-1. Сортируем рюкзаки в прядке убывания их размеров.

Шаг-2. Сортируем грузы в порядке убывания их размера.

Шаг-3. Организуем цикл по рюкзакам в порядке убывания их размера.

---

[102] URL: http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-0409.htm&stpar1=1.10.1

[103] URL: http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-1102.htm

Шаг-4. Размещаем самый большой предмет из еще не размещенных, который помещается в оставшемся свободном месте текущего рюкзака. Вычисляем остаток свободного места в рюкзаке.

Шаг-5. Если остаток свободного места в текущем рюкзаке позволяет разместить в нем по крайней мере самый маленький груз из еще не размещенных, то переход на шаг-4, иначе – на шаг-6.

Шаг 6. Остались еще остались незаполненные рюкзаки? Если да, то переход на шаг-7, иначе – на шаг-8.

Шаг-7. Берем следующий (очередной) рюкзак, самый большой и оставшихся и переходим на шаг-4.

Шаг-8. Выход.

Задача-2

Дано:

– различная полезность грузов;

– различные затраты на размещение грузов;

– ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении.

Необходимо: разместить грузы по рюкзакам так, чтобы наиболее полезные грузы были размещены в первую очередь и при этом было использовано минимальное количество рюкзаков, причем рюкзаки имели максимальную суммарную полезность и минимальный вес.

Алгоритм: Заполняем рюкзак грузами в порядке убывания их *удельной полезности* до тех пор, пока для этого остаются ресурсы рюкзака, если же ресурсов нет, то берем следующий самый большой по ресурсам новый пустой рюкзак и продолжаем процесс, или подробнее по шагам:

Шаг-1. Находим удельную полезность каждого груза (полезность/затраты)[104], т.е. полезность единицы затрат при размещении данного груза.

Шаг-2. Сортируем грузы в порядке убывания удельной полезности.

Шаг-3. Сортируем рюкзаки в прядке убывания их ресурсов.

---

[104] Необходимо отметить, что идея об использовании «удельной полезности» (или аналогичная), не принадлежит авторам работы и не раз встречается в Internet

Шаг-3. Организуем цикл по рюкзакам в порядке убывания их ресурсов.

Шаг-4. Организуем цикл по грузам в порядке убывания их удельной полезности.

Шаг-5. Размещаем груз с наибольшей удельной полезностью из еще не размещенных, на который в текущем рюкзаке есть ресурсы. Вычисляем остаток ресурсов рюкзака (вычитаем из его текущих ресурсов затраты на размещение текущего груза).

Шаг-6. Если остаток ресурсов текущего рюкзака позволяет разместить в нем по крайней мере груз с наименьшими затратами из еще не размещенных, то переход на шаг-5, иначе – на шаг-7.

Шаг 7. Остались еще незаполненные рюкзаки? Если да, то переход на шаг-8, иначе – на шаг-9.

Шаг-8. Берем следующий очередной рюкзак, самый большой по ресурсам из оставшихся, и переходим на шаг-4.

Шаг-9. Выход.

Задача-3

Дано:

– различная полезность каждого груза для разных рюкзаков;

– различные затраты на размещение грузов;

– ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении.

Необходимо: разместить грузы по рюкзакам наиболее эффективно, т.е. так, чтобы суммарная полезность всей системы рюкзаков была максимальна, а суммарные затраты на размещение грузов – минимальны.

Алгоритм: Помещаем грузы в рюкзаки, для которых их удельная полезность максимальна, до тех пор, пока не распределены все грузы и это позволяют ресурсы рюкзаков, или подробнее по шагам:

Шаг-1. Находим удельную полезность каждого груза для каждого рюкзака: (полезность для рюкзака)/затраты, т.е. полезность единицы затрат для каждого *варианта размещении* каждого груза в каждом рюкзаке.

Шаг-2. Сортируем *варианты размещения* грузов в порядке убывания удельной полезности *для всех грузов и рюкзаков*. В этой базе данных каждый груз будет встречаться столько раз, сколько есть рюкзаков, но размещаться будет только один из них.

Шаг-3. Организуем цикл по вариантам размещения грузов в порядке убывания их удельной полезности.

Шаг-5. Размещаем груз с наибольшей удельной полезностью из еще не размещенных, в рюкзаке, для которого удельная полезность максимальна при условии, что это позволяют ресурсы рюкзака. Иначе данный вариант размещения больше не рассматривается. Вычисляем остаток ресурсов рюкзака (вычитаем из его текущих ресурсов затраты на размещение текущего груза).

Шаг-6. Остались еще не рассмотренные варианты размещения грузов по рюкзакам? Если да – то переход на шаг-5, иначе – на шаг 7.

Шаг-7. Выход.

Задача-4

Дано:

– различные признаки грузов и база прецедентов, в которой содержится информация о том, на сколько грузы с теми или иными признаками ранее были полезными (или нет) и для тех или иных рюкзаков;

– различные затраты на размещение грузов;

– ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении.

Необходимо:

– на основе базы прецедентов (обучающей выборки) разработать модель, которая отражала бы влияние признаков грузов на степень их полезности для различных рюкзаков;

– на основе созданной модели определить или спрогнозировать степень полезности каждого груза для каждого из рюкзаков, т.е. для каждого варианта размещения;

– разместить грузы по рюкзакам наиболее эффективно, т.е. так, чтобы суммарная полезность всей системы рюкзаков была максимальна, а суммарные затраты на размещение грузов – минимальны.

Обобщенный алгоритм:

Этап-1. Синтез модели, отражающей влияние признаков грузов на их полезность для разных рюкзаков.

Этап-2. Прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков этих грузов путем решения

задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов.

Этап-3. Размещение грузов в рюкзаки, для которых их удельная полезность максимальна, до тех пор, пока не распределены все грузы и это позволяют ресурсы рюкзаков, или подробнее по шагам:

Возможны различные подходы к решению этой задачи. Первые два этапа могут быть реализованы с помощью различных технологий искусственного интеллекта. Известно[105], что третий этап может быть реализован с применением методов линейного, нелинейного и динамического программирования.

Однако у этих подходов есть свои проблемы:

1. Труднодоступность или фактическое отсутствие программного обеспечения, позволяющего строить на основе прецедентов и применять для прогнозирования модели влияния *признаков* объектов на их *полезность* для различных применений.

2. *Очень значительные* затраты вычислительных ресурсов (прежде всего времени) при решении подобных задач, даже при очень ограниченных размерностях, весьма и далеких от реальных.

По поводу *1-й проблемы* можно сказать, что не вполне ясен, даже чисто в научном плане, общий подход к определению полезности, тем более в количественной форме, тем более при большом количестве объектов и их применений (классов). Таким образом, полезность даже определить трудно, но ясно одного определения самого по себе еще совершенно недостаточно, т.к. для решения задачи на практике необходимо еще и *ввести* эту полезность в соответствующие базы данных, что вручную сделать в большинстве реальных случаев практически невозможно. Следовательно, необходимо специальное программное обеспечение, позволяющее не только количественно определять полезность большого количества объектов для значительного количества их применений на основе признаков этих объектов, но и автоматически вводить эту информацию (наряду с другой, указанной в условиях задачи) в соответствующие базы данных, а также имеющее режимы, непосредственно обеспечивающие решение задачи

[105] См.: URL: http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-0407.htm&stpar1=1.8.1

о назначениях в универсальной форме, независящей от предметной области.

Причиной *2-й проблемы*, т.е. большой вычислительной трудоемкости решения подобных задач, по мнению авторов, является так называемая проблема «комбинаторного взрыва»[106]. Поясним эту проблему на шуточном примере, имеющим, те ни менее, самое непосредственное отношение к рассматриваемым задачам.

Дано:

У Мальвины есть ящик разных яблок: больших и маленьких, красных и зеленых, сладких и кислых, блестящих и матовых, ароматных и не очень и т.д.

Буратино *любит* большие сладкие, ароматные и блестящие красные яблоки, т.к. они веселят его, а Пьеро больше *нравятся* маленькие, кислые, матовые, зеленые и не очень ароматные яблоки, т.к. от них он становится еще более грустным.

Но яблок, практически полностью удовлетворяющих этим идеальным для Буратино и Пьеро стандартам, в ящике всего несколько, а остальные занимают промежуточное между ними положение.

Мальвина решила немного подзаработать на этой ситуации и для каждого яблока объявила свою цену по своему усмотрению.

Остается добавить, что и у Буратино, и у Пьеро еще оставалось по нескольку золотых, которые они еще просто не успели или забыли зарыть в стране дураков.

Необходимо: так распределить яблоки между Буратино и Пьеро, чтобы на имеющиеся у каждого из них деньги он получил максимум удовлетворения, т.е. чтобы суммарная польза от распределения яблок была максимальна, а затраты минимальны.

Решение:

При попытке решения этой задачи методом прямого перебора всех возможных вариантов распределения блок между Буратино и Пьеро даже при небольшом количестве яблок возникает сложноразрешимая проблема *комбинаторного взрыва:*

– если бы яблоко было одно, то было бы всего два варианта, кому его отдать (по числу подсистем);

---

[106] См.: URL: www.ifwiki.ru/Комбинаторный_взрыв

– если появляется еще одно яблоко, то количество вариантов удваивается, т.к. каждый из ранее существовавших вариантов «расщепляется» на два в зависимости от того, кому отдано второе яблоко;

– третье яблоко приводит к расщеплению на два каждого из вариантов, возникших на предыдущем этапе;

– и вообще, если дано N объектов, которые необходимо распределить на две подсистемы, то получается 2 в степени N различных вариантов этого распределения.

Если же еще появится Некто (с котором Буратино не хотел делиться яблоками), то каждый предыдущий вариант будет расщепляться не на 2, а на 3 варианта. И вообще, если имеется K подсистем, по которым распределяется N объектов, то возможно K^N (K в степени N) различных вариантов распределения. Это очень много даже для сравнительно небольшого количества подсистем и распределяемых объектов. Например, существует 5^{10}=9765625 различных вариантов распределить 10 объектов по 5 классам. Поэтому необходим какой-то нетривиальный подход, не основанный на полном переборе вариантов, чтобы решить эту задачу.

Для решения сформулированных проблем в данной работе все эти этапы, включая и 3-й, предлагается осуществлять с помощью системно-когнитивного анализа (СК-анализ) и его инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» (система «Эйдос») [7]. Алгоритм 3-го этапа не отличается от алгоритма задачи-3.

4.5.2. Когнитивная структуризация предметной области

Сформулируем (на неформальном уровне) общую постановку задачи о назначениях в традиционной терминологии СК-анализа. Размещаемые грузы будем называть объектами или элементами, а рюкзаки классами или подсистемами. *В качестве количественной меры «пользы» от размещения объекта в классе (для самого класса и системы в целом) будем рассматривать сходство образа данного конкретного объекта с обобщенным образом класса, т.е. по сути, количество информации, содер-*

жащееся в системе признаков объекта о его принадлежности к данному классу.

Дано:

1. Элементы имеют свойства и в разной степени подходят для различных подсистем, но в какой именно степени подходят – это надо еще определить (это задача распознавания).

2. На включение элементов в состав подсистем затрачиваются определенные ресурсы подсистем, т.е. каждому элементу соответствуют затраты, а подсистемам – ресурсы.

3. Все элементы различны.

4. Каждый элемент может быть назначен единственной подсистеме.

Необходимо: максимизировать суммарный системный эффект (пользу) от распределения элементов по подсистемам и желательно при этом минимизировать суммарные затраты.

Далее на условном примере небольшой размерности рассмотрим подробнее как реализуются все эти этапы в системе «Эйдос». Размерность примера выбрана таким образом, чтобы необходимые базы данных можно было полностью привести в работе.

4.5.3. Формализация предметной области

В режиме _154 (рисунок 110) сгенерируем случайную модель с параметрами, представленными на рисунке 111:

Рисунок 110. Экранная форма вызова режима _154 системы «Эйдос»

Рисунок 111. Параметры случайной модели

При каждом запуске этого режима автоматически формируются разные случайные модели с заданными параметрами. В примере, рассматриваем в данной работе, сформированы следующие базы данных (таблицы 60-62):

Таблица 60 – Справочник классов

KOD	NAME
1	Klass_1
2	Klass_2
3	Klass_3
4	Klass_4
5	Klass_5

Таблица 61 – Справочник признаков

KOD	NAME
1	Atr_1
2	Atr_2
3	Atr_3
4	Atr_4
5	Atr_5
6	Atr_6
7	Atr_7
8	Atr_8
9	Atr_9
10	Atr_10

Таблица 62 – Обучающая выборка (база прецедентов)

Код объекта	Наименование объекта	Коды классов			Коды признаков				
		Klass1	Klass2	Klass3	Atr1	Atr2	Atr3	Atr4	Atr5
1	Ist-00001	2	3	4	2	3	5	6	8
2	Ist-00002	1	2	4	1	7	8	9	10
3	Ist-00003	1	3	5	1	2	3	4	6
4	Ist-00004	1	3	5	3	4	6	9	10
5	Ist-00005	1	2	4	5	6	7	8	10
6	Ist-00006	1	2	5	2	3	6	7	8
7	Ist-00007	1	4	5	1	3	5	6	9
8	Ist-00008	2	3	5	5	6	7	9	10
9	Ist-00009	2	3	5	1	3	5	6	8
10	Ist-00010	1	3	4	1	2	5	7	10
11	Ist-00011	1	3	4	1	2	3	8	9
12	Ist-00012	1	3	5	1	2	3	6	9
13	Ist-00013	2	3	4	1	4	5	7	10
14	Ist-00014	1	2	3	1	2	3	4	5
15	Ist-00015	1	2	5	1	3	7	9	10
16	Ist-00016	2	3	5	2	4	6	9	10
17	Ist-00017	1	2	4	4	6	8	9	10
18	Ist-00018	1	4	5	3	4	7	9	10
19	Ist-00019	1	3	4	1	2	4	7	8
20	Ist-00020	1	4	5	1	2	3	6	8
21	Ist-00021	1	3	5	2	3	4	8	10
22	Ist-00022	3	4	5	2	3	5	6	7
23	Ist-00023	1	3	5	4	6	8	9	10
24	Ist-00024	2	3	4	1	2	6	8	9
25	Ist-00025	2	4	5	1	3	4	6	7
26	Ist-00026	2	3	4	3	5	6	9	10
27	Ist-00027	2	3	4	1	4	5	7	10
28	Ist-00028	1	3	5	1	2	6	8	10
29	Ist-00029	1	2	5	1	2	3	6	8
30	Ist-00030	1	2	4	1	4	6	8	10
31	Ist-00031	1	3	4	1	6	7	8	9
32	Ist-00032	1	2	3	1	2	7	8	10
33	Ist-00033	2	3	5	1	3	5	8	9
34	Ist-00034	1	4	5	1	2	5	7	8
35	Ist-00035	1	4	5	3	5	6	7	10
36	Ist-00036	1	2	4	1	2	5	6	7
37	Ist-00037	1	3	4	5	7	8	9	10
38	Ist-00038	1	3	4	2	4	5	7	10
39	Ist-00039	1	2	3	1	2	6	9	10
40	Ist-00040	1	2	4	1	3	5	7	8
41	Ist-00041	1	3	5	3	4	7	8	9
42	Ist-00042	1	2	4	3	5	8	9	10
43	Ist-00043	2	4	5	2	6	8	9	10
44	Ist-00044	2	4	5	1	4	5	9	10
45	Ist-00045	1	2	5	1	2	4	6	8

46	Ist-00046	2	3	5	1	2	3	4	7
47	Ist-00047	2	3	5	1	2	5	7	8
48	Ist-00048	1	2	5	3	4	5	7	10
49	Ist-00049	3	4	5	3	4	6	8	9
50	Ist-00050	1	2	5	1	4	5	6	10
51	Ist-00051	1	2	5	2	4	5	6	10
52	Ist-00052	1	3	5	3	7	8	9	10
53	Ist-00053	2	4	5	1	3	8	9	10
54	Ist-00054	1	2	3	4	5	6	8	10
55	Ist-00055	1	2	5	2	3	4	5	9
56	Ist-00056	1	3	4	2	3	4	8	10
57	Ist-00057	2	3	5	2	3	4	6	9
58	Ist-00058	1	2	4	2	5	6	7	8
59	Ist-00059	1	2	3	3	4	8	9	10
60	Ist-00060	2	4	5	2	3	4	7	8
61	Ist-00061	1	3	4	2	4	8	9	10
62	Ist-00062	2	3	5	1	5	7	9	10
63	Ist-00063	1	2	3	2	6	8	9	10
64	Ist-00064	1	4	5	1	5	6	8	10
65	Ist-00065	1	3	5	2	3	7	8	10
66	Ist-00066	1	2	5	3	5	7	8	9
67	Ist-00067	1	2	3	5	6	8	9	10
68	Ist-00068	1	2	5	3	4	6	7	10
69	Ist-00069	2	3	5	3	4	5	6	10
70	Ist-00070	1	4	5	1	3	6	7	8
71	Ist-00071	1	4	5	1	3	4	7	10
72	Ist-00072	1	3	5	1	4	5	7	10
73	Ist-00073	1	2	3	4	5	6	7	8
74	Ist-00074	1	3	4	2	3	7	8	9
75	Ist-00075	2	3	5	1	3	4	8	10
76	Ist-00076	2	3	5	1	2	4	6	7
77	Ist-00077	3	4	5	3	4	5	8	9
78	Ist-00078	1	2	3	3	5	6	8	10
79	Ist-00079	1	2	3	1	5	6	8	9
80	Ist-00080	2	4	5	1	4	7	8	10
81	Ist-00081	1	2	4	1	4	5	6	7
82	Ist-00082	1	2	3	1	3	4	8	9
83	Ist-00083	2	3	4	1	3	7	9	10
84	Ist-00084	1	2	5	1	4	5	7	8
85	Ist-00085	3	4	5	2	3	6	7	8
86	Ist-00086	1	4	5	2	3	4	7	8
87	Ist-00087	1	3	5	5	6	7	8	9
88	Ist-00088	1	2	5	4	5	6	9	10
89	Ist-00089	1	3	5	1	2	3	9	10
90	Ist-00090	1	3	5	1	2	3	6	8
91	Ist-00091	1	3	4	1	2	6	8	10
92	Ist-00092	2	4	5	1	2	7	8	10
93	Ist-00093	2	3	5	1	4	5	9	10
94	Ist-00094	2	3	5	2	3	4	5	9

95	Ist-00095	2	3	4	1	2	4	5	7
96	Ist-00096	2	4	5	1	3	4	6	10
97	Ist-00097	1	2	4	2	4	5	7	10
98	Ist-00098	1	2	3	1	2	3	7	10
99	Ist-00099	1	4	5	1	3	8	9	10
100	Ist-00100	2	3	5	6	7	8	9	10

4.5.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области

После формализации предметной области был запущен режим _25 системы «Эйдос» (рисунок 112), который сформировал базу абсолютных частот (таблица 63), базу знаний (таблица 64), а также базу данных результатов идентификации образов конкретных объектов с обобщенными образами классов (таблица 65):

Рисунок 112. Экранная форма выбора режима _25 системы «Эйдос»

Таблица 63 – База абсолютных частот

Коды признаков	Коды классов				
	1	2	3	4	5
1	34	35	30	28	32
2	31	25	31	22	26
3	34	28	31	24	39
4	30	33	28	21	32
5	29	34	26	22	24
6	34	33	29	22	32
7	33	30	26	29	29
8	43	33	35	31	32
9	28	27	31	19	27
10	39	37	33	27	32

Таблица 64 – База знаний (в сантибитах: Бит×0,01)

Коды признаков	Коды классов				
	1	2	3	4	5
1	-1,380	1,495	-1,850	2,390	-0,326
2	0,883	-3,993	4,386	-0,072	-1,723
3	-0,775	-4,985	-0,204	-1,900	6,560
4	-2,207	2,773	-0,894	-3,598	2,820
5	-1,235	5,770	-1,198	-0,072	-4,264
6	0,470	1,477	-1,076	-3,417	1,524
7	0,164	-0,908	-3,902	5,995	-0,960
8	3,214	-3,235	0,182	2,759	-3,188
9	-1,635	-0,836	5,100	-4,013	0,189
10	1,228	1,511	-0,572	-0,513	-2,074

4.5.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели

Режим _25 системы «Эйдос» сформировал также базу данных результатов идентификации образов конкретных объектов с обобщенными образами классов (таблица 68):

Таблица 65 – База данных результатов идентификации образов конкретных объектов с обобщенными образами классов[107]

Результаты идентификации объектов с 1-м классом				Результаты идентификации объектов со 2-м классом				Результаты идентификации объектов с 3-м классом				Результаты идентификации объектов с 4-м классом				Результаты идентификации объектов с 5-м классом			
Код объекта	Код класса	Сходство	Факт	Код объекта	Код класса	Сходство	Факт	Код объекта	Код класса	Сходство	Факт	Код объекта	Код класса	Сходство	Факт	Код объекта	Код класса	Сходство	Факт
65	1	61,8	√	50	2	76,6	√	61	3	56,8	√	34	4	72,0	√	25	5	62,1	√
28	1	58,4	√	44	2	63,5	√	43	3	55,6		47	4	72,0		57	5	60,6	√
91	1	58,4	√	93	2	63,5	√	63	3	55,6	√	32	4	69,4		4	5	58,5	√
43	1	55,4		88	2	63,4	√	11	3	52,8	√	92	4	69,4	√	3	5	57,5	√
63	1	55,4	√	13	2	63,1	√	57	3	50,7	√	40	4	61,3	√	96	5	55,4	√
32	1	54,8	√	27	2	63,1	√	55	3	49,8		10	4	52,7	√	49	5	51,8	√
92	1	54,8		72	2	63,1		94	3	49,8	√	19	4	51,2	√	68	5	51,6	√
6	1	53,1	√	81	2	62,9	√	16	3	48,1	√	84	4	51,2		18	5	43,6	√
85	1	53,1		54	2	49,8	√	89	3	47,6	√	80	4	48,6	√	46	5	42,6	√
5	1	51,7	√	51	2	45,5	√	24	3	46,7	√	2	4	46,2	√	12	5	41,7	√
58	1	47,7	√	62	2	42,6	√	12	3	44,1	√	65	4	44,1		82	5	40,7	
100	1	47,1		64	2	42,5		39	3	41,5	√	98	4	42,0		71	5	40,5	√
78	1	40,9	√	8	2	42,5	√	74	3	38,6	√	70	4	41,5	√	41	5	36,9	√
1	1	36,9		69	2	39,8	√	59	3	25,1	√	58	4	37,8	√	69	5	31,8	√
20	1	35,2	√	84	2	36,1	√	42	3	23,0		36	4	35,6	√	59	5	30,2	
29	1	35,2	√	73	2	36,0	√	49	3	21,6	√	5	4	35,2	√	75	5	27,1	√
90	1	35,2	√	38	2	31,9		77	3	20,8	√	95	4	34,6	√	7	5	26,5	√
21	1	34,4	√	97	2	31,9	√	21	3	20,1	√	13	4	32,0	√	70	5	26,0	√
56	1	34,4	√	95	2	31,8	√	56	3	20,1	√	27	4	32,0	√	55	5	25,8	√

[107] В таблице базе данных придан *вид*, удобный для работы

64	1	33,9	√	67	2	29,3	√	17	3	19,0		72	4	32,0		94	5	25,8	√
52	1	32,7	√	79	2	29,2	√	23	3	19,0	√	37	4	31,7	√	60	5	25,4	√
67	1	30,9	√	5	2	28,9	√	53	3	18,5		62	4	29,5		86	5	25,4	√
74	1	28,7	√	48	2	26,3	√	99	3	18,5		31	4	29,1	√	15	5	24,7	√
37	1	27,4	√	30	2	25,5	√	67	3	16,9	√	6	4	27,0		83	5	24,7	
70	1	26,9	√	10	2	24,7		4	3	16,4	√	85	4	27,0	√	14	5	22,8	
34	1	26,4	√	36	2	24,5	√	82	3	16,2	√	60	4	26,0	√	20	5	21,4	√
47	1	26,4		26	2	19,3	√	1	3	14,6	√	86	4	26,0	√	29	5	21,4	√
2	1	25,7	√	7	2	19,2		26	3	14,3	√	46	4	23,8		90	5	21,4	√
24	1	25,3		35	2	18,9		33	3	14,1	√	66	4	23,5		89	5	20,1	√
61	1	24,5	√	37	2	15,7		20	3	10,0		74	4	23,5	√	21	5	18,7	√
54	1	24,3	√	96	2	15,5	√	29	3	10,0		71	4	21,2	√	56	5	18,7	
30	1	22,7	√	87	2	15,5		90	3	10,0	√	52	4	20,9		6	5	17,6	√
60	1	22,1		17	2	12,2	√	88	3	9,5		15	4	18,7		85	5	17,6	√
86	1	22,1	√	23	2	12,2		79	3	8,1	√	83	4	18,7	√	77	5	17,0	√
17	1	19,7	√	80	2	11,9	√	28	3	7,5	√	38	4	17,4	√	48	5	16,8	√
23	1	19,7	√	14	2	8,7	√	91	3	7,5	√	97	4	17,4	√	26	5	16,0	
80	1	19,1		16	2	7,9	√	7	3	5,4		73	4	17,0		11	5	13,4	
45	1	18,7	√	76	2	7,4	√	45	3	5,3		76	4	14,8		98	5	13,2	
87	1	18,7	√	78	2	5,7	√	51	3	4,6		81	4	14,8	√	76	5	12,4	√
31	1	17,0	√	9	2	5,6	√	52	3	4,3	√	87	4	14,6		53	5	11,3	√
42	1	16,6	√	4	2	2,3		44	3	4,1		28	4	14,0		99	5	11,3	√
19	1	15,1	√	71	2	2,0		93	3	4,1	√	64	4	14,0	√	22	5	11,2	√
53	1	14,9		68	2	1,9	√	3	3	2,6	√	91	4	14,0	√	74	5	9,6	
99	1	14,9	√	25	2	1,8	√	41	3	2,0	√	100	4	12,0		35	5	9,1	√
73	1	12,0	√	39	2	0,7	√	14	3	1,8	√	22	4	10,3	√	16	5	8,8	√
11	1	10,9	√	77	2	-0,3		66	3	-0,1		35	4	7,7	√	52	5	7,5	√
9	1	10,8		34	2	-2,3		65	3	-0,7	√	48	4	6,7		9	5	6,2	√
98	1	8,7	√	47	2	-2,3	√	100	3	-1,8	√	9	4	5,8		17	5	-0,0	
75	1	8,3		58	2	-2,4	√	37	3	-2,6	√	20	4	5,8	√	23	5	-0,0	√
40	1	7,2	√	55	2	-4,6	√	60	3	-2,9		29	4	5,8		45	5	-1,0	√
35	1	5,7	√	94	2	-4,6	√	86	3	-2,9		90	4	5,8		33	5	-1,9	√
59	1	5,3	√	45	2	-5,8	√	18	3	-3,2		25	4	4,1	√	1	5	-2,2	
66	1	4,3	√	42	2	-7,4	√	6	3	-4,1		41	4	2,7		81	5	-2,9	
10	1	3,4	√	33	2	-7,5	√	85	3	-4,1	√	11	4	2,3	√	30	5	-3,1	
39	1	2,3	√	40	2	-7,9	√	87	3	-6,1	√	33	4	2,3		65	5	-4,0	√
22	1	1,7		2	2	-8,6	√	2	3	-7,1		75	4	2,1		78	5	-4,3	
79	1	0,8	√	100	2	-8,7	√	15	3	-9,8		53	4	-0,3	√	66	5	-5,7	√
51	1	-2,6	√	31	2	-8,8		83	3	-9,8	√	99	4	-0,3	√	88	5	-6,5	√
49	1	-3,4		75	2	-11,2	√	31	3	-10,6	√	45	4	-4,2		40	5	-8,8	
8	1	-4,3		18	2	-11,2		58	3	-11,0		8	4	-4,7		50	5	-9,6	√
36	1	-5,3	√	22	2	-12,3		8	3	-11,3	√	24	4	-6,7	√	39	5	-10,1	
68	1	-5,6	√	28	2	-13,0		32	3	-12,0	√	79	4	-6,7		31	5	-12,3	
38	1	-6,1	√	91	2	-13,0		92	3	-12,0		30	4	-6,8	√	42	5	-12,4	
97	1	-6,1	√	3	2	-15,7		22	3	-13,7	√	1	4	-8,7	√	19	5	-16,0	
41	1	-7,0	√	15	2	-18,5	√	19	3	-14,3	√	78	4	-11,3		24	5	-16,8	
16	1	-7,2		83	2	-18,5	√	98	3	-14,7	√	14	4	-12,0		44	5	-17,6	√
84	1	-9,3	√	61	2	-18,8		38	3	-15,0	√	21	4	-12,4		93	5	-17,6	√
89	1	-12,0	√	19	2	-19,3		97	3	-15,0		56	4	-12,4	√	51	5	-18,0	√
33	1	-13,6		66	2	-21,2	√	34	3	-16,4		68	4	-13,0		80	5	-18,1	√
26	1	-15,1		59	2	-24,5	√	47	3	-16,4	√	42	4	-14,8	√	61	5	-19,6	
76	1	-16,6		82	2	-24,6	√	62	3	-16,7	√	18	4	-16,6	√	73	5	-20,1	
15	1	-20,3	√	49	2	-24,7		46	3	-16,9	√	89	4	-17,0		95	5	-22,4	
83	1	-20,3		1	2	-25,6	√	78	3	-19,7	√	82	4	-18,5		100	5	-22,8	√
12	1	-20,8	√	43	2	-26,2	√	10	3	-21,6	√	54	4	-21,3		13	5	-24,5	
69	1	-21,7		63	2	-26,2	√	76	3	-23,0	√	50	4	-23,5		27	5	-24,5	
77	1	-23,1		24	2	-26,3	√	75	3	-23,0	√	43	4	-23,8	√	72	5	-24,5	√
96	1	-23,4		32	2	-26,5	√	95	3	-23,8	√	63	4	-23,8		54	5	-26,8	
82	1	-24,8	√	92	2	-26,5	√	54	3	-24,5	√	67	4	-23,8		43	5	-27,3	√
48	1	-25,3	√	57	2	-29,0	√	36	3	-25,1		61	4	-24,9	√	63	5	-27,3	
62	1	-25,7		46	2	-29,3	√	69	3	-27,2	√	39	4	-26,0		8	5	-29,2	√
4	1	-26,4	√	53	2	-31,7	√	9	3	-28,6	√	44	4	-27,0	√	36	5	-30,2	
71	1	-27,0	√	99	2	-31,7		30	3	-29,0		93	4	-27,0		28	5	-30,4	√
3	1	-27,4	√	70	2	-32,3		64	3	-31,1		3	4	-31,7		91	5	-30,4	
50	1	-28,7	√	89	2	-36,0		96	3	-31,7		77	4	-33,0	√	84	5	-31,2	√
18	1	-29,9	√	12	2	-36,2		50	3	-38,6		7	4	-34,1	√	79	5	-32,1	
57	1	-30,4		98	2	-36,4	√	5	3	-45,3		12	4	-34,1		38	5	-32,9	
46	1	-30,9		41	2	-38,2		68	3	-45,9		96	4	-34,3	√	97	5	-32,9	
88	1	-31,7	√	21	2	-42,4		48	3	-46,7		59	4	-35,6		2	5	-33,9	
13	1	-32,3		56	2	-42,4		70	3	-47,3		51	4	-38,0		87	5	-35,9	√
27	1	-32,3		52	2	-45,4		73	3	-47,6	√	17	4	-44,6	√	62	5	-40,3	√
72	1	-32,3	√	20	2	-49,9		35	3	-48,0		23	4	-44,6		67	5	-42,6	

25	1	-35,7		29	2	-49,9	√	40	3	-48,1		69	4	-48,8		32	5	-45,4	
95	1	-36,3		90	2	-49,9		80	3	-48,6		55	4	-49,7		92	5	-45,4	√
81	1	-41,0	√	60	2	-56,1	√	71	3	-51,3		94	4	-49,7		64	5	-45,7	√
7	1	-45,3	√	86	2	-56,1		84	3	-52,9		26	4	-51,2	√	58	5	-47,4	
14	1	-47,1	√	11	2	-63,0		25	3	-54,7		49	4	-52,7	√	5	5	-49,5	
55	1	-50,1	√	65	2	-63,3		13	3	-58,1	√	16	4	-61,3		10	5	-51,8	
94	1	-50,1		6	2	-63,5	√	27	3	-58,1	√	88	4	-61,3		37	5	-57,5	
44	1	-53,1		85	2	-63,5		72	3	-58,1	√	57	4	-69,4		34	5	-58,5	√
93	1	-53,1		74	2	-76,6		81	3	-61,6		4	4	-72,0		47	5	-58,5	√

В нашем примере режим _25 автоматически скопировал обучающую выборку в распознаваемую выбору, но при реальном решении задачи о назначениях она вручную вводится в режиме _41, а распознавание ее, т.е. количественное определение меры сходства всех объектов со всеми классами, осуществляется в режиме _42 (рисунок 113):

Рисунок 113. Экранная форма выбора режима _42 системы «Эйдос»

Когда эти базы сформированы, запускается режим _47, обеспечивающий решение задачи о назначениях (рисунок 114):

Рисунок 114. Экранная форма выбора режима _47 системы «Эйдос»

Далее в режиме _471 (рисунок 115) вводятся вручную или автоматически ресурсы классов, а в режиме _472 (рисунок 116), также вручную или автоматически, затраты на объекты в результате чего формируются базы данных, представленные в таблицах 66 и 67:

Рисунок 115. Экранная форма режима _471 ввода-корректировки ресурсов классов

Рисунок 116. Экранная форма режима _472 ввода-корректировки затрат объектов

Таблица 66 – база данных ресурсов классов

Код класса	Наименование класса	Ресурс
1	Klass_1	89,000
2	Klass_2	32,000
3	Klass_3	46,000
4	Klass_4	42,000
5	Klass_5	37,000
	Сумма по классам:	246,000
	Среднее на класс:	49,200

Таблица 67 – База данных затрат на объекты

KOD	NAME	ZATRATI	KOD	NAME	ZATRATI
1	Ist-00001	7	51	Ist-00051	9
2	Ist-00002	3	52	Ist-00052	10
3	Ist-00003	5	53	Ist-00053	6
4	Ist-00004	6	54	Ist-00054	8
5	Ist-00005	4	55	Ist-00055	10
6	Ist-00006	2	56	Ist-00056	9
7	Ist-00007	5	57	Ist-00057	4
8	Ist-00008	5	58	Ist-00058	2
9	Ist-00009	7	59	Ist-00059	4

10	Ist-00010	7	60	Ist-00060	10
11	Ist-00011	6	61	Ist-00061	3
12	Ist-00012	4	62	Ist-00062	6
13	Ist-00013	3	63	Ist-00063	4
14	Ist-00014	3	64	Ist-00064	4
15	Ist-00015	6	65	Ist-00065	8
16	Ist-00016	7	66	Ist-00066	4
17	Ist-00017	9	67	Ist-00067	7
18	Ist-00018	5	68	Ist-00068	7
19	Ist-00019	3	69	Ist-00069	10
20	Ist-00020	6	70	Ist-00070	3
21	Ist-00021	1	71	Ist-00071	4
22	Ist-00022	3	72	Ist-00072	5
23	Ist-00023	8	73	Ist-00073	5
24	Ist-00024	3	74	Ist-00074	5
25	Ist-00025	6	75	Ist-00075	8
26	Ist-00026	7	76	Ist-00076	10
27	Ist-00027	6	77	Ist-00077	8
28	Ist-00028	5	78	Ist-00078	9
29	Ist-00029	5	79	Ist-00079	6
30	Ist-00030	5	80	Ist-00080	3
31	Ist-00031	6	81	Ist-00081	3
32	Ist-00032	5	82	Ist-00082	10
33	Ist-00033	8	83	Ist-00083	5
34	Ist-00034	4	84	Ist-00084	3
35	Ist-00035	8	85	Ist-00085	5
36	Ist-00036	5	86	Ist-00086	5
37	Ist-00037	7	87	Ist-00087	5
38	Ist-00038	7	88	Ist-00088	8
39	Ist-00039	7	89	Ist-00089	7
40	Ist-00040	8	90	Ist-00090	1
41	Ist-00041	7	91	Ist-00091	9
42	Ist-00042	2	92	Ist-00092	3
43	Ist-00043	2	93	Ist-00093	5
44	Ist-00044	5	94	Ist-00094	3
45	Ist-00045	7	95	Ist-00095	1
46	Ist-00046	8	96	Ist-00096	7
47	Ist-00047	4	97	Ist-00097	1
48	Ist-00048	9	98	Ist-00098	9
49	Ist-00049	1	99	Ist-00099	4
50	Ist-00050	4	100	Ist-00100	10

Варианты автоматического формирования и ввода в базы данных ресурсов и затрат в этих режимах видны из рисунков 115 и 116.

После ввода ресурсов классов и затрат на объекты запускается режим _473 (рисунок 117), который собственно и осуществ-

ляет назначения объектов на классы согласно алгоритма задачи 4, т.е. максимизируя пользу по классам и в целом по системе и при этом минимизируя остатки ресурсов классов, затраты по классам и общие затраты.

В результате работы данного режима формируются выходные формы, представленная в таблицах 68 и 69:

Таблица 68 – База данных ресурсов классов

Код класса	Наименование класса	Ресурс	Остаток ресурса	Количество объектов	Суммарная польза	Сумма затрат	Средне-взвешенная удельная польза	Средняя польза	Средние затраты
1	Klass_1	89,000	0,000	17,000	712,5022397	89,000	8,0056431	41,9118965	5,235
2	Klass_2	32,000	2,000	8,000	467,2168469	30,000	15,5738949	58,4021059	3,750
3	Klass_3	46,000	0,000	11,000	518,6988525	46,000	11,2760620	47,1544411	4,182
4	Klass_4	42,000	2,000	11,000	617,5542042	40,000	15,4388551	56,1412913	3,636
5	Klass_5	37,000	0,000	9,000	408,5936439	37,000	11,0430715	45,3992938	4,111
	Сумма по классам:	246,000	4,000	56,000	2724,5657872	242,000	61,3375266	249,0090286	20,914
	Среднее на класс:	49,200	0,800	11,200	544,9131574	48,400	12,2675053	49,8018057	4,183

Рисунок 117. Экранная форма режима _473 назначения объектов на классы

Таблица 69 – Результаты назначений объектов распознаваемой выборки на классы

13-08-09 11:25:35 г.Краснодар

```
==========================================================================
|ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ:                                |
|СУММА ПО ВСЕМ КЛАССАМ:                                                  |
|Начальный ресурс: 246, остаток: 4                                        |
|Суммарное сходство:...............................2724.5657872         |
|Фактические суммарные затраты:....................242                   |
|Средневзвешенное удельное сходство:................61.3375266            |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............249.0090286           |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...21                    |
|Всего назначено:..................................56 объекта(ов)        |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|СРЕДНЕЕ НА КЛАСС:                                                        |
|Начальный ресурс: 49.200, остаток: 0.800                                 |
|Суммарное сходство:...............................544.9131574          |
|Фактические суммарные затраты:....................48.400                |
|Средневзвешенное удельное сходство:................12.2675053            |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............49.8018057            |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.183                 |
|В среднем на класс назначено:.....................11.200 объекта(ов)    |
==========================================================================
|КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:                                                        |
|Код: 1, наименование: Klass_1, начальный ресурс: 89, остаток: 0          |
|Суммарное сходство:...............................712.5022397          |
|Фактические суммарные затраты:....................89                    |
|Средневзвешенное удельное сходство:................8.0056431            |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............41.9118965            |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...5.235                 |
|Всего на данный класс назначено:..................17 объекта(ов):       |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
| Номер |  Код  | Наименование  |Ур-нь сходст| Затраты на  |Удельное сход|
|по пор.|объекта|   объекта     |об.с классом|назн. объекта|об. с классом|
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|     1 |    90 |Ist-00090      |  35.2205677|            1|   35.2205677|
|     2 |    21 |Ist-00021      |  34.4137661|            1|   34.4137661|
|     3 |     6 |Ist-00006      |  53.0519770|            2|   26.5259885|
|     4 |    58 |Ist-00058      |  47.7400114|            2|   23.8700057|
|     5 |     5 |Ist-00005      |  51.7322895|            4|   12.9330724|
|     6 |    28 |Ist-00028      |  58.3606532|            5|   11.6721306|
|     7 |    85 |Ist-00085      |  53.0519770|            5|   10.6103954|
|     8 |    65 |Ist-00065      |  61.8074476|            8|    7.7259310|
|     9 |    29 |Ist-00029      |  35.2205677|            5|    7.0441135|
|    10 |    91 |Ist-00091      |  58.3606532|            9|    6.4845170|
|    11 |    20 |Ist-00020      |  35.2205677|            6|    5.8700946|
|    12 |     1 |Ist-00001      |  36.8947308|            7|    5.2706758|
|    13 |   100 |Ist-00100      |  47.1043333|           10|    4.7104333|
|    14 |    78 |Ist-00078      |  40.8870089|            9|    4.5430010|
|    15 |    30 |Ist-00030      |  22.6644450|            5|    4.5328890|
|    16 |    86 |Ist-00086      |  22.1189613|            5|    4.4237923|
|    17 |    87 |Ist-00087      |  18.6522823|            5|    3.7304565|
==========================================================================
|КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:                                                        |
|Код: 2, наименование: Klass_2, начальный ресурс: 32, остаток: 2          |
|Суммарное сходство:...............................467.2168469          |
|Фактические суммарные затраты:....................30                    |
|Средневзвешенное удельное сходство:................15.5738949            |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............58.4021059            |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...3.750                 |
```

```
|Всего на данный класс назначено:...................8 объекта(ов):       |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
| Номер |  Код  | Наименование  |Ур-нь сходст| Затраты на  |Удельное сход|
|по пор.|объекта|   объекта     |об.с классом|назн. объекта|об. с классом|
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|     1 |    97 |Ist-00097      |  31.9232794|            1|   31.9232794|
|     2 |    13 |Ist-00013      |  63.1013633|            3|   21.0337878|
|     3 |    81 |Ist-00081      |  62.9062481|            3|   20.9687494|
|     4 |    50 |Ist-00050      |  76.6495522|            4|   19.1623881|
|     5 |    44 |Ist-00044      |  63.5108619|            5|   12.7021724|
|     6 |    93 |Ist-00093      |  63.5108619|            5|   12.7021724|
|     7 |    72 |Ist-00072      |  63.1013633|            5|   12.6202727|
|     8 |    64 |Ist-00064      |  42.5133168|            4|   10.6283292|
=========================================================================
|КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:                                                        |
|Код: 3, наименование: Klass_3, начальный ресурс: 46, остаток: 0          |
|Суммарное сходство:................................518.6988525         |
|Фактические суммарные затраты:......................46                  |
|Средневзвешенное удельное сходство:................11.2760620           |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............47.1544411           |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.182                 |
|Всего на данный класс назначено:...................11 объекта(ов):      |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
| Номер |  Код  | Наименование  |Ур-нь сходст| Затраты на  |Удельное сход|
|по пор.|объекта|   объекта     |об.с классом|назн. объекта|об. с классом|
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|     1 |    43 |Ist-00043      |  55.5838012|            2|   27.7919006|
|     2 |    61 |Ist-00061      |  56.8425916|            3|   18.9475305|
|     3 |    94 |Ist-00094      |  49.8391402|            3|   16.6130467|
|     4 |    24 |Ist-00024      |  46.7424653|            3|   15.5808218|
|     5 |    63 |Ist-00063      |  55.5838012|            4|   13.8959503|
|     6 |    42 |Ist-00042      |  22.9821121|            2|   11.4910561|
|     7 |    12 |Ist-00012      |  44.0710764|            4|   11.0177691|
|     8 |    11 |Ist-00011      |  52.7766247|            6|    8.7961041|
|     9 |    74 |Ist-00074      |  38.5802769|            5|    7.7160554|
|    10 |    16 |Ist-00016      |  48.1370433|            7|    6.8767205|
|    11 |    89 |Ist-00089      |  47.5599196|            7|    6.7942742|
=========================================================================
|КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:                                                        |
|Код: 4, наименование: Klass_4, начальный ресурс: 42, остаток: 2          |
|Суммарное сходство:................................617.5542042         |
|Фактические суммарные затраты:......................40                  |
|Средневзвешенное удельное сходство:................15.4388551           |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............56.1412913           |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...3.636                 |
|Всего на данный класс назначено:...................11 объекта(ов):      |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
| Номер |  Код  | Наименование  |Ур-нь сходст| Затраты на  |Удельное сход|
|по пор.|объекта|   объекта     |об.с классом|назн. объекта|об. с классом|
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|     1 |    95 |Ist-00095      |  34.5572497|            1|   34.5572497|
|     2 |    92 |Ist-00092      |  69.4227545|            3|   23.1409182|
|     3 |    34 |Ist-00034      |  72.0227334|            4|   18.0056834|
|     4 |    47 |Ist-00047      |  72.0227334|            4|   18.0056834|
|     5 |    19 |Ist-00019      |  51.2415712|            3|   17.0805237|
|     6 |    84 |Ist-00084      |  51.2415712|            3|   17.0805237|
|     7 |    80 |Ist-00080      |  48.6415923|            3|   16.2138641|
|     8 |     2 |Ist-00002      |  46.1955575|            3|   15.3985192|
|     9 |    32 |Ist-00032      |  69.4227545|            5|   13.8845509|
|    10 |    70 |Ist-00070      |  41.5353662|            3|   13.8451221|
|    11 |    40 |Ist-00040      |  61.2503203|            8|    7.6562900|
```

```
=========================================================================
|КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:                                                      |
|Код: 5, наименование: Klass_5, начальный ресурс: 37, остаток: 0        |
|Суммарное сходство:.............................408.5936439          |
|Фактические суммарные затраты:....................37                  |
|Средневзвешенное удельное сходство:................11.0430715          |
|Среднее на объект суммарное сходство:..............45.3992938          |
|Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.111               |
|Всего на данный класс назначено:..................9 объекта(ов):      |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
| Номер |  Код  | Наименование  |Ур-нь сходст| Затраты на  |Удельное сход|
|по пор.|объекта|   объекта     |об.с классом|назн. объекта|об. с классом|
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|     1 |    49 |Ist-00049      |  51.8183980|            1|   51.8183980|
|     2 |    57 |Ist-00057      |  60.6187779|            4|   15.1546945|
|     3 |     3 |Ist-00003      |  57.5283765|            5|   11.5056753|
|     4 |    25 |Ist-00025      |  62.1137448|            6|   10.3522908|
|     5 |    71 |Ist-00071      |  40.4988661|            4|   10.1247165|
|     6 |     4 |Ist-00004      |  58.5112721|            6|    9.7518787|
|     7 |    18 |Ist-00018      |  43.5892675|            5|    8.7178535|
|     8 |    14 |Ist-00014      |  22.7546711|            3|    7.5848904|
|     9 |    22 |Ist-00022      |  11.1602699|            3|    3.7200900|
=========================================================================
```

```
=================================================
|СПИСОК НЕНАЗНАЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ:                  |
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
| Номер |  Код  | Наименование  | Затраты на  |
|по пор.|объекта|   объекта     |назн. объекта|
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
|     1 |     7 |Ist-00007      |            5|
|     2 |     8 |Ist-00008      |            5|
|     3 |     9 |Ist-00009      |            7|
|     4 |    10 |Ist-00010      |            7|
|     5 |    15 |Ist-00015      |            6|
|     6 |    17 |Ist-00017      |            9|
|     7 |    23 |Ist-00023      |            8|
|     8 |    26 |Ist-00026      |            7|
|     9 |    27 |Ist-00027      |            6|
|    10 |    31 |Ist-00031      |            6|
|    11 |    33 |Ist-00033      |            8|
|    12 |    35 |Ist-00035      |            8|
|    13 |    36 |Ist-00036      |            5|
|    14 |    37 |Ist-00037      |            7|
|    15 |    38 |Ist-00038      |            7|
|    16 |    39 |Ist-00039      |            7|
|    17 |    41 |Ist-00041      |            7|
|    18 |    45 |Ist-00045      |            7|
|    19 |    46 |Ist-00046      |            8|
|    20 |    48 |Ist-00048      |            9|
|    21 |    51 |Ist-00051      |            9|
|    22 |    52 |Ist-00052      |           10|
|    23 |    53 |Ist-00053      |            6|
|    24 |    54 |Ist-00054      |            8|
|    25 |    55 |Ist-00055      |           10|
|    26 |    56 |Ist-00056      |            9|
|    27 |    59 |Ist-00059      |            4|
|    28 |    60 |Ist-00060      |           10|
|    29 |    62 |Ist-00062      |            6|
|    30 |    66 |Ist-00066      |            4|
|    31 |    67 |Ist-00067      |            7|
|    32 |    68 |Ist-00068      |            7|
```

```
|    33 |    69 |Ist-00069      |           10|
|    34 |    73 |Ist-00073      |            5|
|    35 |    75 |Ist-00075      |            8|
|    36 |    76 |Ist-00076      |           10|
|    37 |    77 |Ist-00077      |            8|
|    38 |    79 |Ist-00079      |            6|
|    39 |    82 |Ist-00082      |           10|
|    40 |    83 |Ist-00083      |            5|
|    41 |    88 |Ist-00088      |            8|
|    42 |    96 |Ist-00096      |            7|
|    43 |    98 |Ist-00098      |            9|
|    44 |    99 |Ist-00099      |            4|
=================================================
Универсальная когнитивная аналитическая система
                НПП *ЭЙДОС*
```

Итак, выполнено назначение объектов на классы, максимизирующее пользу по классам и в целом по системе и при этом минимизирующее остатки ресурсов классов, затраты по классам и общие затраты, при заданных затратах на каждый объект и ограничениях на ресурсы классов.

Теперь остается рассмотреть вопрос об эффективности этого назначения, как по времени, затраченному на расчет, так и по его результатам. Ведь не нужно забывать о том, что для него использован эвристический, а не оптимизизационный алгоритм, т.е. ожидается хороший, рациональный вариант назначения, но его оптимальность строго не доказана и неизвестно, реализуется ли она.

Что касается *времени расчета* при той размерности задачи, которая используется в качестве примера в работе, т.е. 5 классов и 100 объектов, то оно занимает не более нескольких десятых долей секунды (субъективно оценивается как «мгновенно»). Более точную оценку времени исполнения мы дадим чуть позже. Необходимо отметить, что количество вариантов распределения 100 объектов по 5 классам составляет огромное число 5^{100}, которое настолько велико, что даже не может быть вычислено стандартными средствами (например в Excel или на калькуляторе).

Конечно, наиболее убедительную оценку качества результатов распределения согласно предложенного алгоритма могло быть дать их сравнение с результатами распределения с использованием оптимизационного метода. Однако, сделать это не представляется возможным из-за ранее сформулированных проблем: труднодоступности соответствующего программного обес-

печения и очень больших затрат времени на расчет. Поэтому предлагается сравнить результаты распределения с случайными распределениями (которые используются в качестве «контрольной группы» или «базы сравнения»), когда объекты назначаются на классы случайным образом. С целью осуществления такого сравнения в системе «Эйдос» реализован специальный режим _474 (рисунок 118):

Рисунок 118. Экранная форма режима _474 системы «Эйдос»

С использованием данного режима сгенерировано 100 случайных распределений 100 объектов по 5 классам. При этом затраты на объекты и ресурсы классов взяты из баз данных рассматриваемого в работе примера.

Генерация этих 100 случайных примеров назначения проводилось в режиме _474 практически по тому же алгоритму, что и реальное назначение в режиме _473 с тем лишь отличием, что вместо пользы объектов для классов, определенной системой «Эйдос» на основе базы прецедентов по признакам объектов, использовалась равномерно распределенная случайная величина. Обобщенные результаты случайных распределений и их сравне-

ние с результатами работы LC-алгоритма приведены в таблицах 70 и 71:

Таблица 70 – Суммарные результаты случайных распределений и их сравнение с результатами работы LC-алгоритма

Наименование	Ресурс	Остаток ресурса	Количество объектов	Суммарная польза	Сумма затрат	Средне-взвешенная удельная польза	Средняя польза	Средние затраты
Сумма по классам RND-распределения 1:	246,00	1,00	48,00	1337,55	245,00	28,47	141,30	25,06
Сумма по классам RND-распределения 2:	246,00	5,00	47,00	1333,13	241,00	26,93	140,92	26,55
Сумма по классам RND-распределения 3:	246,00	1,00	47,00	1335,69	245,00	27,48	147,26	27,02
Сумма по классам RND-распределения 4:	246,00	2,00	48,00	1319,55	244,00	27,67	135,57	26,52
Сумма по классам RND-распределения 5:	246,00	0,00	48,00	1082,86	246,00	23,28	113,05	24,86
Сумма по классам RND-распределения 6:	246,00	1,00	46,00	1184,75	245,00	24,19	129,85	26,83
Сумма по классам RND-распределения 7:	246,00	0,00	49,00	1392,75	246,00	28,86	144,68	25,53
Сумма по классам RND-распределения 8:	246,00	1,00	45,00	1433,77	245,00	30,07	164,93	27,60
Сумма по классам RND-распределения 9:	246,00	2,00	45,00	1144,47	244,00	24,32	124,96	26,59
Сумма по классам RND-распределения 10:	246,00	1,00	46,00	1235,11	245,00	23,74	126,54	27,15
Сумма по классам RND-распределения 11:	246,00	3,00	47,00	1235,82	243,00	25,05	131,00	26,68
Сумма по классам RND-распределения 12:	246,00	2,00	46,00	1150,55	244,00	25,19	126,40	26,04
Сумма по классам RND-распределения 13:	246,00	0,00	46,00	1443,05	246,00	31,34	162,17	26,15
Сумма по классам RND-распределения 14:	246,00	2,00	47,00	1377,03	244,00	30,07	153,09	25,84
Сумма по классам RND-распределения 15:	246,00	4,00	45,00	1071,00	242,00	21,57	113,22	27,27
Сумма по классам RND-распределения 16:	246,00	2,00	48,00	1352,60	244,00	28,64	141,21	25,08
Сумма по классам RND-распределения 17:	246,00	0,00	46,00	1192,05	246,00	24,38	132,99	27,34
Сумма по классам RND-распределения 18:	246,00	4,00	47,00	1305,87	242,00	25,90	131,19	27,66
Сумма по классам RND-распределения 19:	246,00	4,00	48,00	1276,37	242,00	26,19	130,96	25,08
Сумма по классам RND-распределения 20:	246,00	0,00	47,00	1364,36	246,00	28,74	148,78	26,62
Сумма по классам RND-распределения 21:	246,00	1,00	49,00	1467,36	245,00	32,90	153,76	24,74
Сумма по классам RND-распределения 22:	246,00	3,00	46,00	1263,43	243,00	25,27	135,44	27,24
Сумма по классам RND-распределения 23:	246,00	2,00	47,00	1483,08	244,00	28,89	152,49	27,24
Сумма по классам RND-распределения 24:	246,00	4,00	47,00	1350,79	242,00	29,40	146,97	25,90
Сумма по классам RND-распределения 25:	246,00	5,00	42,00	912,46	241,00	18,68	108,12	29,21
Сумма по классам RND-распределения 26:	246,00	2,00	47,00	1453,99	244,00	31,79	170,61	27,18
Сумма по классам RND-распределения 27:	246,00	6,00	50,00	1474,66	240,00	32,06	148,25	23,43
Сумма по классам RND-распределения 28:	246,00	3,00	47,00	1354,09	243,00	29,53	156,32	26,93
Сумма по классам RND-распределения 29:	246,00	2,00	45,00	1194,80	244,00	26,17	131,29	27,18
Сумма по классам RND-распределения 30:	246,00	3,00	49,00	1320,09	243,00	27,27	132,84	24,75
Сумма по классам RND-распределения 31:	246,00	0,00	46,00	1375,79	246,00	26,50	142,02	27,87
Сумма по классам RND-распределения 32:	246,00	1,00	47,00	1245,26	245,00	26,04	133,22	26,50
Сумма по классам RND-распределения 33:	246,00	1,00	49,00	1241,44	245,00	25,27	124,00	24,71
Сумма по классам RND-распределения 34:	246,00	1,00	46,00	1433,66	245,00	29,70	156,91	26,99
Сумма по классам RND-распределения 35:	246,00	1,00	48,00	1308,69	245,00	28,40	140,32	25,49
Сумма по классам RND-распределения 36:	246,00	3,00	47,00	1186,47	243,00	22,82	122,27	27,22
Сумма по классам RND-распределения 37:	246,00	3,00	50,00	1405,86	243,00	28,23	133,53	24,77
Сумма по классам RND-распределения 38:	246,00	2,00	45,00	1131,40	244,00	24,44	131,54	26,98
Сумма по классам RND-распределения 39:	246,00	1,00	48,00	1286,78	245,00	25,38	130,82	26,19
Сумма по классам RND-распределения 40:	246,00	0,00	51,00	1419,23	246,00	29,27	139,29	23,92
Сумма по классам RND-распределения 41:	246,00	1,00	45,00	1181,37	245,00	24,75	135,71	27,88
Сумма по классам RND-распределения 42:	246,00	0,00	49,00	1259,25	246,00	25,89	123,92	25,23
Сумма по классам RND-распределения 43:	246,00	3,00	48,00	1200,58	243,00	23,36	117,87	26,13
Сумма по классам RND-распределения 44:	246,00	1,00	46,00	1296,91	245,00	27,31	143,35	26,52
Сумма по классам RND-распределения 45:	246,00	2,00	48,00	1204,11	244,00	25,06	129,57	26,10
Сумма по классам RND-распределения 46:	246,00	1,00	47,00	1270,15	245,00	26,50	135,34	25,89
Сумма по классам RND-распределения 47:	246,00	3,00	41,00	977,97	243,00	19,75	110,34	30,81
Сумма по классам RND-распределения 48:	246,00	0,00	47,00	1361,09	246,00	26,91	139,57	26,80
Сумма по классам RND-распределения 49:	246,00	1,00	48,00	1369,46	245,00	28,07	143,21	25,94
Сумма по классам RND-распределения 50:	246,00	2,00	50,00	1474,56	244,00	30,75	149,38	24,44
Сумма по классам RND-распределения 51:	246,00	1,00	51,00	1440,30	245,00	32,61	153,54	23,81
Сумма по классам RND-распределения 52:	246,00	2,00	46,00	1207,79	244,00	24,99	132,45	27,07
Сумма по классам RND-распределения 53:	246,00	2,00	46,00	1339,79	244,00	28,04	145,81	27,00
Сумма по классам RND-распределения 54:	246,00	0,00	46,00	1230,21	246,00	23,26	125,24	27,10
Сумма по классам RND-распределения 55:	246,00	0,00	52,00	1568,95	246,00	33,32	153,27	23,67
Сумма по классам RND-распределения 56:	246,00	1,00	47,00	1367,95	245,00	26,09	135,18	27,04
Сумма по классам RND-распределения 57:	246,00	3,00	47,00	1233,70	243,00	25,71	130,14	26,00

Сумма по классам RND-распределения 58:	246,00	0,00	42,00	1293,03	246,00	26,50	152,81	29,75
Сумма по классам RND-распределения 59:	246,00	2,00	49,00	1286,35	244,00	26,89	131,97	24,65
Сумма по классам RND-распределения 60:	246,00	0,00	50,00	1374,77	246,00	28,67	143,03	24,83
Сумма по классам RND-распределения 61:	246,00	2,00	47,00	1421,14	244,00	31,38	153,01	25,30
Сумма по классам RND-распределения 62:	246,00	2,00	50,00	1427,58	244,00	29,72	144,71	25,81
Сумма по классам RND-распределения 63:	246,00	4,00	47,00	1034,05	242,00	21,56	109,90	26,63
Сумма по классам RND-распределения 64:	246,00	0,00	47,00	1442,41	246,00	30,42	153,76	25,40
Сумма по классам RND-распределения 65:	246,00	1,00	49,00	1562,19	245,00	30,90	155,11	25,42
Сумма по классам RND-распределения 66:	246,00	3,00	43,00	1101,76	243,00	20,12	117,85	29,59
Сумма по классам RND-распределения 67:	246,00	3,00	49,00	1419,75	243,00	30,31	150,90	24,96
Сумма по классам RND-распределения 68:	246,00	2,00	46,00	1461,10	244,00	30,12	158,81	26,37
Сумма по классам RND-распределения 69:	246,00	0,00	45,00	1283,34	246,00	25,78	137,29	27,21
Сумма по классам RND-распределения 70:	246,00	2,00	50,00	1390,90	244,00	28,43	135,46	25,18
Сумма по классам RND-распределения 71:	246,00	3,00	47,00	1318,17	243,00	25,93	130,03	27,62
Сумма по классам RND-распределения 72:	246,00	0,00	43,00	1199,83	246,00	22,94	131,41	29,54
Сумма по классам RND-распределения 73:	246,00	1,00	49,00	1499,65	245,00	31,64	158,98	25,19
Сумма по классам RND-распределения 74:	246,00	1,00	48,00	1268,48	245,00	25,77	129,26	26,32
Сумма по классам RND-распределения 75:	246,00	0,00	47,00	1338,61	246,00	27,70	141,88	26,98
Сумма по классам RND-распределения 76:	246,00	0,00	46,00	1134,79	246,00	20,81	114,72	27,87
Сумма по классам RND-распределения 77:	246,00	2,00	48,00	1310,69	244,00	26,47	134,37	25,74
Сумма по классам RND-распределения 78:	246,00	3,00	45,00	1122,43	243,00	24,73	127,79	26,44
Сумма по классам RND-распределения 79:	246,00	2,00	46,00	1206,27	244,00	23,69	127,57	27,27
Сумма по классам RND-распределения 80:	246,00	0,00	49,00	1469,15	246,00	30,29	155,41	26,19
Сумма по классам RND-распределения 81:	246,00	0,00	46,00	1253,88	246,00	26,63	139,59	26,76
Сумма по классам RND-распределения 82:	246,00	1,00	45,00	971,91	245,00	18,91	102,90	27,55
Сумма по классам RND-распределения 83:	246,00	0,00	44,00	1302,34	246,00	26,76	148,66	28,24
Сумма по классам RND-распределения 84:	246,00	1,00	46,00	1304,72	245,00	26,53	147,42	27,49
Сумма по классам RND-распределения 85:	246,00	5,00	48,00	1364,88	241,00	26,97	136,91	25,97
Сумма по классам RND-распределения 86:	246,00	3,00	48,00	1255,29	243,00	26,90	132,98	25,57
Сумма по классам RND-распределения 87:	246,00	1,00	51,00	1323,92	245,00	26,35	129,54	24,75
Сумма по классам RND-распределения 88:	246,00	3,00	49,00	1405,94	243,00	30,77	141,11	25,13
Сумма по классам RND-распределения 89:	246,00	1,00	45,00	1361,47	245,00	29,55	152,78	26,78
Сумма по классам RND-распределения 90:	246,00	1,00	44,00	1036,20	245,00	22,66	121,81	27,89
Сумма по классам RND-распределения 91:	246,00	1,00	48,00	1401,40	245,00	29,46	147,33	25,25
Сумма по классам RND-распределения 92:	246,00	0,00	45,00	1385,08	246,00	27,94	150,72	26,91
Сумма по классам RND-распределения 93:	246,00	3,00	49,00	1183,22	243,00	26,38	128,46	25,08
Сумма по классам RND-распределения 94:	246,00	2,00	48,00	1417,80	244,00	27,81	144,07	26,38
Сумма по классам RND-распределения 95:	246,00	2,00	46,00	1227,37	244,00	24,68	133,60	27,87
Сумма по классам RND-распределения 96:	246,00	3,00	48,00	1343,12	243,00	27,93	143,96	25,82
Сумма по классам RND-распределения 97:	246,00	0,00	50,00	1543,65	246,00	32,33	155,89	24,40
Сумма по классам RND-распределения 98:	246,00	3,00	49,00	1633,35	243,00	33,88	169,17	25,45
Сумма по классам RND-распределения 99:	246,00	0,00	46,00	1187,66	246,00	24,67	131,48	26,60
Сумма по классам RND-распределения 100:	246,00	0,00	48,00	1097,35	246,00	22,49	110,71	25,78
Сумма по всем RND-распределениям:	24600,00	165,00	4711,00	130228,78	24435,00	2692,84	13799,08	2635,23
Среднее сумм по всем RND-распределениям:	246,00	1,65	47,11	1302,29	244,35	26,93	137,99	26,35
Ср.кв.откл. сумм по всем RND-распределениям:	0,00	1,40	2,02	135,97	1,40	3,21	13,96	1,33
Сумма из LC-распределения:	246,00	4,00	56,00	2724,57	242,00	61,34	249,01	20,91
Эффективность LC-алгоритма по сравнению с RND в %:	100,00	242,42	118,87	209,21	99,04	227,78	180,45	79,36

Таблица 71 – Средние результаты случайных распределений и их сравнение с результатами работы LC-алгоритма

Наименование	Ресурс	Остаток ресурса	Количество объектов	Суммарная польза	Сумма затрат	Средне-взвешенная удельная польза	Средняя польза	Средние затраты
Среднее на класс RND-распределения 1:	49,20	0,20	9,60	267,51	49,00	5,69	28,26	5,01
Среднее на класс RND-распределения 2:	49,20	1,00	9,40	266,63	48,20	5,39	28,18	5,31
Среднее на класс RND-распределения 3:	49,20	0,20	9,40	267,14	49,00	5,50	29,45	5,40
Среднее на класс RND-распределения 4:	49,20	0,40	9,60	263,91	48,80	5,53	27,11	5,31
Среднее на класс RND-распределения 5:	49,20	0,00	9,60	216,57	49,20	4,66	22,61	4,97
Среднее на класс RND-распределения 6:	49,20	0,20	9,20	236,95	49,00	4,84	25,97	5,37
Среднее на класс RND-распределения 7:	49,20	0,00	9,80	278,55	49,20	5,77	28,94	5,11
Среднее на класс RND-распределения 8:	49,20	0,20	9,00	286,75	49,00	6,01	32,99	5,52
Среднее на класс RND-распределения 9:	49,20	0,40	9,00	228,89	48,80	4,86	24,99	5,32
Среднее на класс RND-распределения 10:	49,20	0,20	9,20	247,02	49,00	4,75	25,31	5,43
Среднее на класс RND-распределения 11:	49,20	0,60	9,40	247,16	48,60	5,01	26,20	5,34
Среднее на класс RND-распределения 12:	49,20	0,40	9,20	230,11	48,80	5,04	25,28	5,21
Среднее на класс RND-распределения 13:	49,20	0,00	9,20	288,61	49,20	6,27	32,43	5,23
Среднее на класс RND-распределения 14:	49,20	0,40	9,40	275,41	48,80	6,01	30,62	5,17
Среднее на класс RND-распределения 15:	49,20	0,80	9,00	214,20	48,40	4,31	22,64	5,46

Среднее на класс RND-распределения 16:	49,20	0,40	9,60	270,52	48,80	5,73	28,24	5,02
Среднее на класс RND-распределения 17:	49,20	0,00	9,20	238,41	49,20	4,88	26,60	5,47
Среднее на класс RND-распределения 18:	49,20	0,80	9,40	261,17	48,40	5,18	26,24	5,53
Среднее на класс RND-распределения 19:	49,20	0,80	9,60	255,27	48,40	5,24	26,19	5,02
Среднее на класс RND-распределения 20:	49,20	0,00	9,40	272,87	49,20	5,75	29,76	5,32
Среднее на класс RND-распределения 21:	49,20	0,20	9,80	293,47	49,00	6,58	30,75	4,95
Среднее на класс RND-распределения 22:	49,20	0,60	9,20	252,69	48,60	5,05	27,09	5,45
Среднее на класс RND-распределения 23:	49,20	0,40	9,40	296,62	48,80	5,78	30,50	5,45
Среднее на класс RND-распределения 24:	49,20	0,80	9,40	270,16	48,40	5,88	29,39	5,18
Среднее на класс RND-распределения 25:	49,20	1,00	8,40	182,49	48,20	3,74	21,62	5,84
Среднее на класс RND-распределения 26:	49,20	0,40	9,40	290,80	48,80	6,36	34,12	5,44
Среднее на класс RND-распределения 27:	49,20	1,20	10,00	294,93	48,00	6,41	29,65	4,69
Среднее на класс RND-распределения 28:	49,20	0,60	9,40	270,82	48,60	5,91	31,26	5,39
Среднее на класс RND-распределения 29:	49,20	0,40	9,00	238,96	48,80	5,23	26,26	5,44
Среднее на класс RND-распределения 30:	49,20	0,60	9,80	264,02	48,60	5,45	26,57	4,95
Среднее на класс RND-распределения 31:	49,20	0,00	9,20	275,16	49,20	5,30	28,40	5,58
Среднее на класс RND-распределения 32:	49,20	0,20	9,40	249,05	49,00	5,21	26,64	5,30
Среднее на класс RND-распределения 33:	49,20	0,20	9,80	248,29	49,00	5,05	24,80	4,94
Среднее на класс RND-распределения 34:	49,20	0,20	9,20	286,73	49,00	5,94	31,38	5,40
Среднее на класс RND-распределения 35:	49,20	0,20	9,60	261,74	49,00	5,68	28,06	5,10
Среднее на класс RND-распределения 36:	49,20	0,60	9,40	237,29	48,60	4,56	24,45	5,45
Среднее на класс RND-распределения 37:	49,20	0,60	10,00	281,17	48,60	5,65	26,71	4,95
Среднее на класс RND-распределения 38:	49,20	0,40	9,00	226,28	48,80	4,89	26,31	5,40
Среднее на класс RND-распределения 39:	49,20	0,20	9,60	257,36	49,00	5,08	26,16	5,24
Среднее на класс RND-распределения 40:	49,20	0,00	10,20	283,85	49,20	5,85	27,86	4,78
Среднее на класс RND-распределения 41:	49,20	0,20	9,00	236,27	49,00	4,95	27,14	5,58
Среднее на класс RND-распределения 42:	49,20	0,00	9,80	251,85	49,20	5,18	24,78	5,05
Среднее на класс RND-распределения 43:	49,20	0,60	9,60	240,12	48,60	4,67	23,57	5,23
Среднее на класс RND-распределения 44:	49,20	0,20	9,20	259,38	49,00	5,46	28,67	5,30
Среднее на класс RND-распределения 45:	49,20	0,40	9,60	240,82	48,80	5,01	25,91	5,22
Среднее на класс RND-распределения 46:	49,20	0,20	9,40	254,03	49,00	5,30	27,07	5,18
Среднее на класс RND-распределения 47:	49,20	0,60	8,20	195,59	48,60	3,95	22,07	6,16
Среднее на класс RND-распределения 48:	49,20	0,00	9,40	272,22	49,20	5,38	27,91	5,36
Среднее на класс RND-распределения 49:	49,20	0,20	9,60	273,89	49,00	5,61	28,64	5,19
Среднее на класс RND-распределения 50:	49,20	0,40	10,00	294,91	48,80	6,15	29,88	4,89
Среднее на класс RND-распределения 51:	49,20	0,20	10,20	288,06	49,00	6,52	30,71	4,76
Среднее на класс RND-распределения 52:	49,20	0,40	9,20	241,56	48,80	5,00	26,49	5,41
Среднее на класс RND-распределения 53:	49,20	0,40	9,20	267,96	48,80	5,61	29,16	5,40
Среднее на класс RND-распределения 54:	49,20	0,00	9,20	246,04	49,20	4,65	25,05	5,42
Среднее на класс RND-распределения 55:	49,20	0,00	10,40	313,79	49,20	6,66	30,65	4,73
Среднее на класс RND-распределения 56:	49,20	0,20	9,40	273,59	49,00	5,22	27,04	5,41
Среднее на класс RND-распределения 57:	49,20	0,60	9,40	246,74	48,60	5,14	26,03	5,20
Среднее на класс RND-распределения 58:	49,20	0,00	8,40	258,61	49,20	5,30	30,56	5,95
Среднее на класс RND-распределения 59:	49,20	0,40	9,80	257,27	48,80	5,38	26,39	4,93
Среднее на класс RND-распределения 60:	49,20	0,00	10,00	274,95	49,20	5,73	28,61	4,97
Среднее на класс RND-распределения 61:	49,20	0,40	9,40	284,23	48,80	6,28	30,60	5,06
Среднее на класс RND-распределения 62:	49,20	0,40	10,00	285,52	48,80	5,94	28,94	5,16
Среднее на класс RND-распределения 63:	49,20	0,80	9,40	206,81	48,40	4,31	21,98	5,33
Среднее на класс RND-распределения 64:	49,20	0,00	9,40	288,48	49,20	6,08	30,75	5,08
Среднее на класс RND-распределения 65:	49,20	0,20	9,80	312,44	49,00	6,18	31,02	5,08
Среднее на класс RND-распределения 66:	49,20	0,60	8,60	220,35	48,60	4,02	23,57	5,92
Среднее на класс RND-распределения 67:	49,20	0,60	9,80	283,95	48,60	6,06	30,18	4,99
Среднее на класс RND-распределения 68:	49,20	0,40	9,20	292,22	48,80	6,02	31,76	5,27
Среднее на класс RND-распределения 69:	49,20	0,00	9,00	256,67	49,20	5,16	27,46	5,44
Среднее на класс RND-распределения 70:	49,20	0,40	10,00	278,18	48,80	5,69	27,09	5,04
Среднее на класс RND-распределения 71:	49,20	0,60	9,40	263,63	48,60	5,19	26,01	5,52
Среднее на класс RND-распределения 72:	49,20	0,00	8,60	239,97	49,20	4,59	26,28	5,91
Среднее на класс RND-распределения 73:	49,20	0,20	9,80	299,93	49,00	6,33	31,80	5,04
Среднее на класс RND-распределения 74:	49,20	0,20	9,60	253,70	49,00	5,15	25,85	5,26
Среднее на класс RND-распределения 75:	49,20	0,00	9,40	267,72	49,20	5,54	28,38	5,40
Среднее на класс RND-распределения 76:	49,20	0,00	9,20	226,96	49,20	4,16	22,94	5,57
Среднее на класс RND-распределения 77:	49,20	0,40	9,60	262,14	48,80	5,29	26,87	5,15
Среднее на класс RND-распределения 78:	49,20	0,60	9,00	224,49	48,60	4,95	25,56	5,29
Среднее на класс RND-распределения 79:	49,20	0,40	9,20	241,25	48,80	4,74	25,51	5,45
Среднее на класс RND-распределения 80:	49,20	0,00	9,80	293,83	49,20	6,06	31,08	5,24
Среднее на класс RND-распределения 81:	49,20	0,00	9,20	250,78	49,20	5,33	27,92	5,35
Среднее на класс RND-распределения 82:	49,20	0,20	9,00	194,38	49,00	3,78	20,58	5,51
Среднее на класс RND-распределения 83:	49,20	0,00	8,80	260,47	49,20	5,35	29,73	5,65
Среднее на класс RND-распределения 84:	49,20	0,20	9,20	260,94	49,00	5,31	29,48	5,50
Среднее на класс RND-распределения 85:	49,20	1,00	9,60	272,98	48,20	5,39	27,38	5,19
Среднее на класс RND-распределения 86:	49,20	0,60	9,60	251,06	48,60	5,38	26,60	5,11
Среднее на класс RND-распределения 87:	49,20	0,20	10,20	264,78	49,00	5,27	25,91	4,95

Среднее на класс RND-распределения 88:	49,20	0,60	9,80	281,19	48,60	6,15	28,22	5,03
Среднее на класс RND-распределения 89:	49,20	0,20	9,00	272,29	49,00	5,91	30,56	5,36
Среднее на класс RND-распределения 90:	49,20	0,20	8,80	207,24	49,00	4,53	24,36	5,58
Среднее на класс RND-распределения 91:	49,20	0,20	9,60	280,28	49,00	5,89	29,47	5,05
Среднее на класс RND-распределения 92:	49,20	0,00	9,00	277,02	49,20	5,59	30,14	5,38
Среднее на класс RND-распределения 93:	49,20	0,60	9,80	236,64	48,60	5,28	25,69	5,02
Среднее на класс RND-распределения 94:	49,20	0,40	9,60	283,56	48,80	5,56	28,81	5,28
Среднее на класс RND-распределения 95:	49,20	0,40	9,20	245,47	48,80	4,94	26,72	5,57
Среднее на класс RND-распределения 96:	49,20	0,60	9,60	268,62	48,60	5,59	28,79	5,16
Среднее на класс RND-распределения 97:	49,20	0,00	10,00	308,73	49,20	6,47	31,18	4,88
Среднее на класс RND-распределения 98:	49,20	0,60	9,80	326,67	48,60	6,78	33,83	5,09
Среднее на класс RND-распределения 99:	49,20	0,00	9,20	237,53	49,20	4,93	26,30	5,32
Среднее на класс RND-распределения 100:	49,20	0,00	9,60	219,47	49,20	4,50	22,14	5,16
Сумма средних по всем RND-распределениям:	4920,00	33,00	942,20	26045,76	4887,00	538,57	2759,82	527,05
Среднее средних по всем RND-распределениям:	49,20	0,33	9,42	260,46	48,87	5,39	27,60	5,27
Ср.кв.откл. средних по всем RND-распределениям:	0,00	0,28	0,40	27,19	0,28	0,64	2,79	0,27
Среднее из LC-распределения:	49,20	0,80	11,20	544,91	48,40	12,27	49,80	4,18
Эффективность LC-алгоритма по сравнению с RND в %:	100,00	242,42	118,87	209,21	99,04	227,78	180,45	79,37

Из этих таблиц видно, что ***использование LC-алгоритма более чем в 2 раза повышает среднюю пользу по системе по сравнению со случайным назначением.***

В реальных примерах это превышение может быть значительно большим, т.к. в приме ре, рассматриваемом в данной работе, объекты обладают *случайными* признаками и *случайным* образом отнесены к классам, в реальных задачах есть закономерности связи признаков с классами.

Кратко рассмотрим возможные применения задачи о назначениях в области педагогики и психологии. СК-анализ и система «Эйдос» позволяют разработать профессиограммы, т.е. на основе ретроспективной базы данных определить, какие признаки респондентов (первичные, устанавливаемые непосредственно, вторичные, т.е. расчетные) наиболее характерны для работников, успешно работающих по тем или иным должностям [16]. Аналогично, могут быть разработаны профессиограммы, отражающие успешность обучения по тем или иным специальностям, дисциплинам и циклам дисциплин. Во всех этих случаях можно и решить задачу о назначениях, т.е. распределить кандидатов, претендующих на ту или иную оплату труда (затраты), на должности, в соответствии с ограничениями на фонд оплаты труда по эти должностям, причем сделать это таким образом, что и для каждого работника, и по каждой должности, и по организации в целом, будет получена максимальная польза.

Выводы. На основе вышеизложенного на наш взгляд можно обоснованно предположить, что системно-когнитивный анализ и его инструментарий – система «Эйдос» являются адекватным

средством для решения для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях, учитывающего не только различную полезность одного и того же груза для разных рюкзаков, различные затраты на грузы и ресурсы рюкзаков, но и обеспечивающего автоматическое определение степени этой полезности на основе признаков груза путем решения задачи распознавания. Материалы данной работы могут стать основой для нескольких лабораторных работ по дисциплинам: «Интеллектуальные информационные системы», «Представление знаний», «Интеллектуальные информационные технологии», «Системы управления знаниями», «Человеко-машинное взаимодействие» и может *применяться* в вузах, готовящих специалистов по специальностям «Прикладная информатика» и «Информационные системы и технологии».

4.6. Дисциплина: «Основы теории управления (теория автоматического управления)"

В данном разделе рассмотрим глубокую взаимосвязь между теорией автоматизированного и автоматического управления и системно-когнитивным анализом и его программным инструментарием – системой «Эйдос» в их применении для интеллектуального управления сложными (многофакторными) нелинейными системами [136]. Предлагается технология, позволяющая на практике реализовать интеллектуальное автоматизированное и даже автоматическое управление сложными нелинейными объектами управления, для которых ранее управление реализовалось лишь на слабоформализованном уровне, как правило, без применения математических моделей и компьютеров. К таким объектам управления относятся, например, технические системы, штатно качественно-изменяющиеся в процессе управления, биологические и экологические системы, социально-экономические и психологические системы. Достичь этого применение ск-анализа и системы «эйдос» для синтеза когнитивной матричной передаточной функции сложного объекта управления на основе эмпирических данных

Управление – это достижение цели путем принятия и реализации решений об определенных действиях, способствующих достижению этой цели. Цели управления обычно заключаются в

том, чтобы определенная система, которая называется объектом управления, находилась в определенном целевом (желаемом) состоянии или эволюционировала по определенному заранее известному или неизвестному сценарию. Действия, способствующие достижению цели, называются управляющими воздействиями. Решения об управляющих воздействиях принимаются управляющей системой. Управляющее воздействие вырабатывается управляющей системой на основе модели объекта управления и информации обратной связи о его состоянии и условиях окружающей среды (рисунок 119):

Рисунок 119. Цикл управления в замкнутых автоматизированных и автоматических системах управления (АСУ и САУ)

Автоматизированные и автоматические системы управления отличаются друг от друга *степенью формализации и степенью автоматизации* процесса выработки решения об управляющем воздействии:

– считается[108], что в системах автоматического управления (САУ) процесс выработки управляющего воздействия полностью автоматизирован, т.е. оно принимается управляющей системой автоматически, без участия человека [7];

– в автоматизированных системах управления (АСУ) решение об управляющем воздействии принимается управляющей системой с участием человека в процессе их взаимодействия [7].

Однако, по мнению авторов, методологически неверно представлять себе дело таким образом, как будто САУ принима-

[108] См., например: http://ru.wikipedia.org/wiki/Система%20управления

ют решение полностью самостоятельно, без какого-либо участия человека. Гораздо правильнее было бы сказать, что в случае САУ решение принимаемся человеком, который сконструировал и создал эти САУ и «заложил» в них определенные математические модели и реализующие их алгоритмы принятия решений, которые в процессе работы САУ просто *используются на практике*. Разве это не является участием человека? Следовательно, точнее было бы говорить не об участии или неучастии человека в принятии управляющих решений, а об его участии *в реальном времени* в случае АСУ и *отсроченном* участии в случае САУ.

Естественно, далеко не для всех видов объектов управления удается построить их достаточно полную адекватную математическую модель, являющуюся основой для принятия управляющих решений. В более-менее полной мере это удается сделать лишь для достаточно простых, в основном чисто технических систем[109], и именно для них удается построить САУ. Для технологических же систем, а также других систем, включающих не только техническую компоненту, но людей в качестве элементов, это удается сделать лишь в неполной мере, т.е. *степень формализации управления* такими системами ниже, чем в САУ. В этом случае в процессе выработки решения об управляющем воздействии остаются вообще неформализованные или слабо формализованные этапы, которые пока не поддаются автоматизации, и, поэтому, решения об управляющем воздействии не удается принять на полностью формализованном уровне и тем самым полностью передать эту функцию системе управления. Этим и обусловлена необходимость включения человека непосредственно в цикл управления, что и приводит к созданию АСУ, в которых математические модели и алгоритмы используются не для принятия решений, а для создания человеку комфортных информационных условий, в которых он мог бы принимать решения на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Поэтому и говорят, что АСУ не принимают решений, а лишь *поддерживают* принятие решений. Еще сложнее поддаются математическому моделированию и формализации биологические и экологические, а так-

[109] да и то лишь тех из них, которые не изменяются качественно в процессе штатной эксплуатации [1].

же социально-экономические и психологические системы, включающие отдельных людей и их коллективы, т.е. *сложные системы*. Поэтому сложные системы обычно являются слабо формализованными и на этой их особенности практически основано их определение[110]. Конечно, управление такими системами тоже осуществляется, но уже практически без использования математических моделей и компьютерных технологий, т.е. преимущественно на слабо формализованном интуитивном уровне на основе опыта и профессиональной компетенции экспертов и лиц, принимающих решения (ЛПР). При этом в соответствии с *принципом Эшби*[111] управляемость сложных систем является неполной.

Таким образом, виды управления различными объектами управления можно классифицировать по степени формализации процесса принятия решений об управляющих воздействиях и, соответственно, по степени участия человека в этом процессе:

– *САУ:* автоматическое принятие решения без непосредственного участия человека в реальном времени;

– *АСУ:* поддержка принятия решений, т.е. создание комфортных информационных условий для принятия решений человеком в реальном времени;

– *менеджмент:* управление на слабо формализованном уровне практически без применения математических моделей [16].

Перспектива развития методов управления сложными системами, по мнению авторов, состоит *в повышении степени формализации процессов принятия решений* при выборе вариантов управляющих воздействий. Однако на пути реализации этой перспективы необходимо решить *проблему* разработки технологии, обеспечивающей *создание* формальной количественной модели *сложного объекта управления* на основе эмпирических данных о его поведении под действием различных факторов, модели, пригодной для решения задач прогнозирования и принятия решений.

---

[110] См., например: http://e-educ.ru/tsisa15.html «Признаком простой системы считают сравнительно небольшой объем информации, требуемый для ее успешного управления. Системы, в которых не хватает информации для эффективного управления, считают сложными».

[111] http://ru.wikipedia.org/wiki/Эшби,%20Уильям

В стационарных САУ и АСУ объект управления *не изменяется качественно* в процессе управления и, поэтому, его модель, созданная на этапе проектирования и создания системы управления не теряет адекватность и в процессе ее применения. Иначе обстоит дело в случае, когда *объект управления изменяется качественно непосредственно в процессе управления, т.е. является динамичным.* В этом случае модель объекта управления быстро теряет адекватность, как и управляющие воздействия, выработанные на ее основе. Реализация таких неадекватных управляющих воздействий приводит уже не к достижению цели управления, а к срыву управления. Поэтому проблема состоит не только в том, чтобы создать адекватную модель сложного объекта управления, но и в том, чтобы *сохранить ее адекватность при существенном изменении этого объекта*, т.е. при изменении характера взаимосвязей между воздействующими факторами и поведением объекта управления.

Это означает, что *система управления сложными динамичными объектами должна быть интеллектуальной*, т.к. именно системы этого класса позволяют проводить обучение, адаптацию или настройку модели объекта управления за счет накопления и анализа информации о поведении этого объекта при различных сочетаниях действующих на него факторов. Таким образом, решив первую проблему, т.е. разработав технологию создания модели сложного объекта управления, мы этим самым создаем основные предпосылки и для решения и второй проблемы, т.к. *для этого достаточно применить эту технологию непосредственно в цикле управления*.

Кратко рассмотрим, какие решения поставленной проблемы предлагаются в теории управления[112] и в теории автоматизированного и автоматического управления[113].

Чисто лингвистически термин: «Теория управления» является более общим, чем «Теория автоматического управления», т.е. теория управления должна включать в себя все методы управления: и слабо формализованные, и среднего (АСУ), и наивысшего уровня формализации (САУ). Однако если ознакомиться

---

[112] http://ru.wikipedia.org/wiki/Теория%20управления

[113] http://ru.wikipedia.org/wiki/Теория%20автоматического%20управления

с соответствующей специальной литературой, то становится ясным, что в настоящее время под теорией управления фактически понимаются лишь слабо формализованные подходы к управлению, развиваемые в менеджменте и контроллинге. Но это именно те методы, степень формализации которых авторы и предлагают повышать в данной и других работах.

Поэтому нам остается, по сути, попытаться перенести в теорию управления сложными динамичными биологическими, социально-экономическими и психологическими системами опыт решения подобных проблем из теории АСУ и особенно, как наиболее математизированной и детально разработанной, – теории САУ, т.е. теории автоматического управления (ТАУ). Для этого, основываясь на работах [226, 227, 228], кратко приведем необходимые для дальнейшего изложения ведения из ТАУ[114].

В ТАУ принята следующая модель объекта управления (рисунок 120):

Рисунок 120. Модель многоканального объекта управления в ТАУ согласно [228]

На рисунке 123 использованы следующие обозначения [228]:

«– <u>*управляющие воздействия*</u> $u_1, \ldots, u_m$ – это входные сигналы объекта управления, с помощью которых влияют на режим работы объекта;

– <u>*выходные переменные*</u> $y_1, \ldots, y_m$ – это измеряемые выходные сигналы динамической системы;

– <u>*переменные состояния*</u> $x_1, \ldots, x_n$ – это внутренние, как правило, недоступные измерению переменные, которые определяют состояние объекта в каждый момент времени; причем $n \geq m$;

[114] Эти необходимые для дальнейшего изложения сведения из-за их большого объема приведены 10-м шрифтом.

– *возмущающие воздействия* $M_1, ..., M_l$ – отражают случайные воздействия окружающей среды на объект управления и обычно недоступны измерению. Требование парирования их влияния и приводит к необходимости создания систем автоматического управления».

При этом *цель управления* задается с помощью *входных (задающих)* воздействий (сигналов), поступающих на вход системы управления и определяющих требуемые законы изменения выходных переменных (сигналов) объекта управления [228].

«Все переменные, которые характеризуют объект, удобно представить в векторной форме:

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ \cdots \\ u_m \end{bmatrix}; \qquad y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \cdots \\ y_m \end{bmatrix}; \qquad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \cdots \\ x_n \end{bmatrix}; \qquad M = \begin{bmatrix} M_1 \\ \cdots \\ M_l \end{bmatrix}.$$

Входные воздействия на систему (или задание на регулятор) принято обозначать буквой v. Их число обычно совпадает с числом выходных переменных и изображается следующим вектором:

$$v = \begin{bmatrix} v_1 \\ \cdots \\ v_m \end{bmatrix}.$$

В зависимости от числа входных и выходных переменных выделяют:

– *одноканальные* объекты (или системы) – объекты, в которых есть только одна выходная переменная (m=1);

– *многоканальные* (многосвязные, многомерные, взаимосвязные) объекты (или системы) – объекты, в которых число выходных переменных больше единицы (m>1)» [228].

В системах автоматического управления (САУ) *математической моделью* объекта управления, которая отражает его реакцию (отклик) на воздействие различных факторов, является *передаточная функция*.

Согласно,[115] «если $u(t)$ – входной сигнал одноканальной линейной стационарной системы, а $y(t)$ – её выходной сигнал, то передаточная функция $W(s)$ имеет вид:

$$W(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} \tag{1}$$

где: $U(s)$ и $Y(s)$ – преобразования Лапласа для сигналов $u(t)$ и $y(t)$ соответственно:

$$U(s) = \mathcal{L}\{u(t)\} \equiv \int_{-\infty}^{\infty} u(t)e^{-st}dt \tag{2}$$

$$Y(s) = \mathcal{L}\{y(t)\} \equiv \int_{-\infty}^{\infty} y(t)e^{-st}dt \tag{3}$$

Для <u>*дискретных*</u> систем вводится понятие *дискретной передаточной функции*. Пусть $u(k)$ – входной дискретный сигнал такой системы, а $y(k)$ – её дискретный выходной сигнал, $k = 0, 1, 2, \ldots$. Тогда передаточная функция $W(z)$ такой системы записывается в виде:

$$W(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} \tag{4}$$

где $U(z)$ и $Y(z)$ – z-преобразования [116] для сигналов $u(k)$ и $y(k)$ соответственно:

$$U(z) = \mathcal{Z}\{u(k)\} \equiv \sum_{k=0}^{\infty} u(k)z^{-k} \tag{5}$$

$$Y(z) = \mathcal{Z}\{y(k)\} \equiv \sum_{k=0}^{\infty} y(k)z^{-k} \tag{6}$$

Естественно, сложные системы являются многоканальными. Для таких систем передаточная функция «представляет собой <u>*матрицу*</u> со следующими компонентами:

$$W(p) = \begin{bmatrix} W_{11} & \cdots & W_{1m} \\ . & \cdots & . \\ W_{n1} & \cdots & W_{nm} \end{bmatrix}, \tag{7}$$

[115] См., например: http://ru.wikipedia.org/wiki/передаточная%20функция
[116] См., например: http://ru.wikipedia.org/wiki/Z-преобразование

где $W_{ij}(p) = y_i/u_j$ - *скалярные передаточные функции*, которые представляют собой отношение выходной величины к входной в символической форме при нулевых начальных условиях $(i,j = \overline{1,m})$

Собственными передаточными функциями i-го канала называются компоненты передаточной матрицы $W_{ii}(p) = y_i/u_i$, которые находятся на главной диагонали. Составляющие, расположенные выше или ниже главной диагонали, называются *передаточными функциями перекрестных связей* между каналами» [228][117].

Рассмотрим теперь конструкции матричной математической модели АСК-анализа *в сопоставлении* с приведенными моделями из ТАУ [7].

Знание передаточной функции объекта управления позволяет:

– по входным параметрам определить выходные, т.е. решать задачу *прогнозирования* (прямая задача);

– по заданным целевым (желательным) выходным параметрам определять входные, т.е. *принимать решения* по выбору управляющих воздействий (*обратная* задача прогнозирования).

Факторы, воздействующие на поведение объекта управления, можно классифицировать на три основных группы:

1. *Внутренние факторы*, описывающие предысторию и текущее состояние объекта управления и определяющие его собственное движение при отсутствии внешних воздействий («самодвижение»).

2. *Внешние факторы*.

2.1. *Управляющие или технологические факторы*, – это внешние факторы, зависящие от управляющей системы.

2.2. *Факторы окружающей среды*, т.е. внешние «возмущающие» факторы, не зависящие от управляющей системы (при данном уровне развития технологий).

Необходимо отметить, что приведенная классификация факторов является классификацией по признакам, не имеющим отношения к их влиянию на поведение объекта управления, и это значит, что *в этом отношении или с этой точки зрения* они мо-

---

[117] http://edu.nstu.ru/courses/tech/tau/demo/book/Sod27.htm (нумерация формул изменена, подчеркивание мое, авт.)

гут рассматриваться совершенно одинаково (однотипно, одним способом), т.е. *все вместе*, что и принято в автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ) [7]. Поэтому в АСК-анализе модель объекта управления, принятая в ТАУ и приведенная на рисунке 120, модифицируется следующим образом (рисунок 121):

Рисунок 121. Модель многоканального объекта управления в АСК-анализе [136]

Конечно, из общих соображений понятно, что управляющие факторы и факторы окружающей среды влияют на выходные параметры объекта управления не непосредственно, а опосредованно его внутренним состоянием, т.е. сначала под их влиянием изменяется состояние объекта управления, а уже *после этого и вследствие этого*[118] соответствующим образом изменяется его поведение и выходные параметры. Поэтому в работе [229] обоснованно вводятся следующие матричные модели (матрицы):

А - *матрица состояния системы (объекта),* характеризует динамические свойства системы;

В - *матрица управления (входа),* характеризует воздействие входных переменных на переменные состояния;

[118] Это как раз тот случай, когда и действительно *post hoc ergo propter hoc*

C - *матрица выхода по состоянию,* характеризует связь выходных координат (как правило, это *измеряемые* переменные) с переменными состояния;

D - *матрица выхода по управлению,* характеризующая непосредственное воздействие входов на выходы.

АСК-анализ подобный подход может быть реализован при создании многоуровневых семантических информационных моделей, эквивалентных многослойным нейронным сетям (см., например: [20, 59]). Рассмотрим теперь, как в АСК-анализе формируется *матричная модель объекта управления*, *являющаяся аналогом матричной передаточной функции* (1) и напрямую связывающая выходные параметры объекта управления с входными, причем входные параметры в соответствии с моделью объекта управления, представленной на рисунке 121, включают управляющие факторы, факторы окружающей среды и факторы внутреннего состояния объекта управления (матрицы C и D).

В соответствии с моделью объекта управления, представленной на рисунке 121, введем вектор входных параметров $\vec{L} = \{L_i\}$, который мы будем называть «массив-локатор»: $L_i=n$, если *i-й* признак встречается у объекта *n* раз.

Такой подход соответствует использованию *номинальных и порядковых шкал* для формализации качественных (в т.ч. текстовых) переменных, которые в АСК-анализе метризуются до интервальных *числовых шкал* (шкал отношений) для формализации числовых значений входных переменных [201]. Каждый входной фактор любого из трех типов, приведенных на рисунке 121, формализуется с помощью отдельной порядковой или числовой шкалы с градациями, которые мы будем называть «признаками». Таким образом, текстовые и числовые переменные в АСК-анализе обрабатываются *однотипно*.

Возникает естественный вопрос о том, а не является ли этот подход, основанный на замене чисел их интервальными значениями, каким-либо ограничением при формализации числовых переменных? Здесь необходимо отметить, что числа всегда отра-

жают реальность с определенной погрешностью. По сути, вместо точных числовых значений всегда используются округленные с некоторой точностью, или, фактически, интервальные значения, включающие точные значения и погрешности их измерений. Аналогичный смысл имеет доверительный интервал. Поэтому диапазон значений любой числовой шкалы, используемой для формализации теоретически непрерывной[119] числовой величины, на практике всегда делится на некоторое *конечное* число интервалов N, количество которых по формуле $I=Log_2N$ определяет максимальное[120] количество информации I, получаемое при измерении, т.е. непрерывная величина заменяется дискретным набором интервальных значений и *это не является каким-либо ограничением*.

В этой связи кратко рассмотрим требования, предъявляемые в статистике к исходным данным[121]:

1. Данные должны быть максимально полными, но не отрывочными, случайно выхваченными.

2. Данные должны быть абсолютно достоверными и точными.

3. Данные должны соответствовать принципу единообразия, сопоставимости.

4. Данные должны соответствовать принципу своевременности (сбор должен быть организован только в *строго определенное время*, но кроме этого, данные должны быть представлены так же в *срочном* порядке).

являются в принципе не выполнимыми.

Первое требование для реальных сложных динамичных объектов управления фактически никогда не удается выполнить по причине большой размерности таких объектов и сложности получения информации по всем их параметрам.

---

[119] Если не учитывать квантовую природу явлений микромира и ряда явлений макро- и мега- масштабов.
[120] Формула Хартли применима при равновероятных событиях и дает максимальное среднее количество информации по сравнению с не равновероятным распределением.
[121] http://ru.science.wikia.com/wiki/Методы%20сбора%20статистической%20информации.Репрезентативная%20выборка

Второе требование еще менее выполнимо, т.к. *абсолютно точное измерение* соответствует бесконечному количеству возможных вариантов результатов измерения N, и, соответственно (по формуле: $I=Log_2N$), порождает бесконечное количество информации I. Понятно, что такое измерение должно будет занять *бесконечное количество времени* при любом сколь угодно высоком конечном трафике информационного канала, созывающего датчик измерительной системы с носителем информации. Кроме того: а) за бесконечное время измерения измеряемый объект со всеми его параметрами, скорее всего, *изменится* или вообще перестанет существовать, как, впрочем, и измерительная система; б) для записи результата измерения потребуется носитель информации бесконечной емкости. Понятно, что если говорить не о бесконечной, а лишь об определенной точности, то она также зависит от времени измерения и эта связь раскрывается в принципе неопределенности Гейзенберга. Это принцип применим не только на микроуврове к квантовым явлениям, но и к макроскопическим, вполне классическим явлениям. Например, бессмысленно говорить о частотном спектре сигнала в какой-либо *момент* времени. Точность определения частоты тем выше, чем дольше мы наблюдаем за сигналом, теряя, таким образом, точность определения самого времени.[122] С аналогичной ситуацией мы сталкиваемся, когда пытаемся определить скорость в какой-то определенный *момент* времени или в какой-то *точке* траектории, т.к. измерение скорости само занимает некоторое время и в принципе не может быть осуществлено мгновенно, и за время измерения объект измерения сместится. Поэтому из принципа неопределенности Гейзенберга следует принципиальное ограничение на максимальное количество информации, которое может быть получе-

[122] http://ru.wikipedia.org/wiki/Принцип%20неопределённости%20Гейзенберга

но в результате измерения (так называемая «информация Фишера»)[123].

Третье требование сложно выполнимо для сложных систем, которые описываются значительным количеством разнородных по своей природе количественных и качественных параметров, измеряемых в различных единицах измерения. *В АСК-анализе проблема сопоставимой в пространстве и времени обработки подобных данных решается путем отказа от обработки значений параметров и перехода к рассмотрению количества информации, которое содержится в этих значениях о поведении и выходных параметрах объекта управления*.

Четвертое требование тесно связано со вторым и находится с ним в явном противоречии, т.к. чем более «своевременными» (или как обычно говорят «актуальными») являются исходные данные, тем, очевидно, меньше их будет.

Таким образом, строго говоря, требования к исходным данным, предъявляемые в статистике, выполнить крайне сложно, если это вообще возможно, и, поэтому, корректность применения статистических методов для обработки подобных данных (неудовлетворяющих требованиям) находится под большим вопросом. Тем ни менее эти методы все равно применяются, и когда это делается над исходными данными, *не удовлетворяющими* сформулированным требованиям (а это типичная ситуация), то это делается некорректно. Метод АСК-анализа не является статистическим методом, не предъявляет столь жестких требований к исходным данным и предлагает способ решения этой проблемы на основе применения теории информации.

Исходной матрицей для построения матричной модели сложного динамичного объекта управления в АСК-анализе явля-

[123] http://ru.wikipedia.org/wiki/Информация%20Фишера

ется матрица абсолютных частот, являющаяся корреляционной матрицей или матрицей сопряженности (таблица 72):

Таблица 72 – Матрица абсолютных частот (матрица сопряженности)

			Классы (целевые и нежелательные состояния объекта управления)					Сумма
			1	…	j	…	W	
Факторы и их интервальные значения	Управляющие факторы	1	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}	
		…						
		…						
	Факторы окружающей среды	i	N_{i1}		$N_{ij} = \sum_{\forall eij}^{E,M,W} \delta_{ij}^{e}$		N_{iW}	$N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij}$
		…						
	Факторы состояния объекта управления	…						
		M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество признаков					$N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij}$			$N = \sum_{i=1}^{M} N_i$
Суммарное количество объектов обучающей выборки					N_j			N

В данной таблице использованы обозначения [7]:

N_{ij} – суммарное количество наблюдений в исследуемой выборке *факта*: "действовало *i-е* значение фактора и объект перешел в *j-е* состояние";

N_j – суммарное количество встреч различных значений факторов у объектов, перешедших в *j-е* состояние;

N_i – суммарное количество встреч *i-го* значения фактора у всех объектов исследуемой выборки;

N – суммарное количество встреч различных значений факторов у всех объектов исследуемой выборки.

Первоначально при синтезе модели в матрице абсолютных частот все значения равны нулю. Затем организуется цикл по всем объектам обучающей выборки (е), каждый из которых описан двумя векторами: вектором входных параметров (значения

факторов или признаки) и вектором выходных параметров (будущие состояния или классы). В каждом объекте организуется цикл по всем его признакам (i) и всем классам (j), к которым он относится (2):

$$N_{ij} = \sum_{\forall eij}^{E,M,W} \delta_{ij}^{e} \tag{8}$$

где:

– δ_{ij}^{e}: напоминает дельта-функцию Дирака[124]:

$$\delta_{ij}^{e} = \begin{cases} 0, \text{ если у е-го объекта j-го класса нет i-го признака;} \\ 1, \text{ если у е-го объекта j-го класса i-й признак встречается 1 раз;} \\ n, \text{ если у е-го объекта j-го класса i-й признак встречается n раз.} \end{cases}$$

– M: суммарное количество значений факторов (признаков) в модели;

– W: суммарное количество классов в модели;

– E: количество объектов обучающей выборки.

Затем в матрице абсолютных частот рассчитываются суммы по строкам (3), столбцам (4) и всей матрице (5):

$$N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij} \tag{9}$$

$$N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij} \tag{10}$$

$$N = \sum_{i=1}^{M} N_i \tag{11}$$

После этого на основе матрицы абсолютных частот с использованием выражений (6) рассчитывается матрица относительных частот или частостей (таблица 73), которую мы *для удобства* будем называть матрицей уловных и безусловных вероятностей[125].

---

[124] http://ru.wikipedia.org/wiki/Дельта-функция

[125] Естественно, при этом, не будем забывать, что вероятности являются пределами, к которым асимптотически стремятся относительные частоты или частости при неограниченном увеличении объема исследуемой выборки при условии сохранения ее эргодичности. Различие между вероятностью и частостью, т.е. смысловая *погрешность* применения термина «вероятность» вместо термина «частость», быстро уменьшается при увеличении объема выборки и при 400 объектах не превышает 5%.

$$P_i = \frac{N_i}{N}; P_j = \frac{N_j}{N}; P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}. \qquad (12)$$

где:

– индекс i обозначает признак (значение фактора): $1 \le i \le M$;

– индекс j обозначает состояние объекта или класс: $1 \le j \le W$;

– P_{ij} – условная вероятность наблюдения *i-го* значения фактора у объектов в *j-го* класса или, *что тоже самое*, условная вероятность перехода объекта в *j-е* состояние *при условии* действия на него *i-го* значения фактора;

– P_i – безусловная вероятность наблюдения *i-го* значения фактора по всей выборке;

– P_j – безусловная вероятность перехода объекта в *j-е* состояние (вероятность самопроизвольного перехода или вероятность перехода, посчитанная по всей выборке, т.е. при действии *любого* значения фактора).

Таблица 73 – Матрица уловных и безусловных процентных распределений

			Классы (целевые и нежелательные состояния объекта управления)					Безусловная вероятность признака
			1	…	j	…	W	
Факторы и их интервальные значения	Управляющие факторы	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1W}	
		…						
		…						
	Факторы окружающей среды	i	P_{i1}		P_{ij}		P_{iW}	P_i
		…						
		…						
	Факторы состояния объекта управления	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса					P_j			

Придадим таблице 73 вид, сходный с видом матричной передаточной функции многоканального объекта управления. Для этого подставим в таблицу 73 выражения для вероятностей через абсолютные частоты с использованием (12) (таблица 74):

Таблица 74 – Матрица уловных и безусловных процентных распределений в форме, аналогичной матричной передаточной функции (1)

			Классы (целевые и нежелательные состояния объекта управления)					Безусловная вероятность признака
			1	…	*j*	…	*W*	
Факторы и их интервальные значения	Управляющие факторы	*1*	P_{11}		P_{1j}		P_{1W}	
		…						
		…						
	Факторы окружающей среды	*i*	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}$		P_{iW}	$P_i = \frac{N_i}{N}$
		…						
	Факторы состояния объекта управления	…						
		M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса					$P_j = \frac{N_j}{N}$			

Сравнивая выражения для матричной передаточной функции (7) с таблицей 74 мы видим, что *элементы* таблицы 74 *по своей математической форме* весьма напоминают *скалярные передаточные функции* W_{ij}(р)= y_i/u_j, представляющие собой <u>отношение выходной величины к входной</u> в символической форме при нулевых начальных условиях [228]. Это является вполне достаточным основанием для проведения глубокой *аналогии* между матрицей условных и безусловных вероятностей (таблица 74), с одной стороны, и матричной передаточной функцией (7), с другой стороны.

Очевидно, эта *аналогия*[126] может быть проведена, *если* считать:

– входной величиной u_j – суммарное количество встреч *i-го* значения фактора по всей исследуемой выборке N_i;

– выходной величиной y_i – суммарное количество встреч *i-го* значения фактора у объектов *j-го* класса N_{ij};

[126] будем называть ее 1-й аналогией или 1-й метафорой

– скалярной передаточной функцией $W_{ij}(p)$ – условную вероятность (частость) встречи встреч *i-го* значения фактора у объектов *j-го* класса или, *что тоже самое*, условную вероятность перехода объекта управления в *j-е* состояние *при условии* действия на него *i-го* значения фактора P_{ij}.

Но почему же это все не более чем аналогия или метафора? Дело в том, что передаточная функция[127] непрерывной одноканальной системы представляет собой отношение преобразования Лапласа выходной величины (3) к преобразованию Лапласа входной величины (2), что в символической форме при нулевых начальных условиях аналитически представляется в форме выражения (1). В дискретных системах, которые только и встречаются на практике, преобразование Лапласа заменяется его дискретным аналогом – z-преобразованием или преобразованием Лорана[128] для входного (5) и выходного (6) сигналов, в результате чего выражение (1) преобразуется в выражение для дискретной передаточной функции (4).

Для многоканальной дискретной системы элементы матричной передаточной функции представляют собой передаточные функции одноканальных дискретных подсистем для соответствующих каналов и перекрестных связей. Поэтому получим аналитическую форму для дискретной передаточной функции, выраженную непосредственно через входные и выходные сигналы (13). Для этого подставим в выражение (4) формулы для их z-преобразований (5) и (6):

$$W(z) = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} y(k) z^{-k}}{\sum_{k=0}^{\infty} u(k) z^{-k}} \qquad (13)$$

Далее, подставим в таблицу 74 значения абсолютных частот с использованием выражений: (8), (9), (10), (11) и в результате получим таблицу 75:

---

[127] См., например: http://ru.wikipedia.org/wiki/передаточная%20функция
[128] См., например: http://ru.wikipedia.org/wiki/Z-преобразование

Таблица 75 – Матрица уловных и безусловных процентных распределений в форме, аналогичной матричной передаточной функции с использованием аналога z-преобразования Лорана

			Классы (целевые и нежелательные состояния объекта управления)					Безусловная вероятность признака
			1	…	j	…	W	
Факторы и их интервальные значения	Управляющие факторы	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1W}	
		…						
		…						
	Факторы окружающей среды	i	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{\sum_{\forall eij}^{E,M,W} \delta_{ij}^{e}}{\sum_{i=1}^{M} N_{ij}}$		P_{iW}	$P_i = \frac{\sum_{j=1}^{W} N_{ij}}{\sum_{i=1}^{M} N_i}$
		…						
	Факторы состояния объекта управления	…						
		M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса					$P_j = \frac{\sum_{i=1}^{M} N_{ij}}{\sum_{i=1}^{M} N_i}$			

Сравнивая выражение (13) с выражениями для P_{ij}, P_i, P_j (их смысл расшифрован выше) из таблицы 75, мы видим, что весьма похожи, но не тождественны, по своей математической форме. *Сходство* состоит в том, что все они представляют собой отношения сумм значений различных сигналов, которые могут быть интерпретированы как входные и выходные, а *различие* в том, что в z-преобразовании слагаемые в суммах умножаются на z^{-k}, где k – индекс суммирования. Кроме того, в z-преобразовании суммирование ведется до бесконечности, тогда как в реальных моделях, оно ограничено размерностью матриц модели.

Кратко рассмотрим *смысл* самого z-преобразовании и этого степенного множителя и предложим аналогию, которая на взгляд авторов позволяет обоснованно предположить, что при опреде-

ленных условиях матрица условных и безусловных вероятностей, представленная в таблице 75, является аналогом матричной передаточной функции многоканальной дискретной системы (7).

Рассмотрим простой *численный пример z-преобразования*, приведенный в электронном источнике: http://www.inkcanon.com/predmet/cufr-obr-sig/page21.html[129].

Удобным способом представления цифровых последовательностей является Z-преобразование (Z-transform). Смысл его заключается в том, что последовательности чисел {x(k)} становится в соответствие функция комплексной переменной Z, которая определяется таким образом:

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x(k) z^{-k} .$$

Разумеется, функция X(z) определена только для тех значений z, при которых записанный ряд сходится. Область, в которой Z-преобразование сходится, называется областью сходимости.

Определим Z-преобразование для последовательности, изображенной на рисунке 122.

Рисунок 122. График дискретной функции для z-преобразования

Данная дискретная функция может быть представлена таблично:

k	0	1	2	3	4	5	6
X(k)	0	1	3	5	3	1	0

Z-преобразование данной функции имеет вид:

$$X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x(k) z^{-k} = 0z^{-0} + 1z^{-1} + 3z^{-2} + 5z^{-3} + 3z^{-4} + 1z^{-5} + 0z^{-6}.$$

Данный ряд расходится, т.е. x(k) = ? при z = 0. Следовательно, область сходимости – вся плоскость z, кроме точки z = 0. По-

[129] Пример дан 10-м шрифтом.

этому слагаемое, соответствующее этой точке, отбрасываем и получаем:

$$X(z) = \sum_{k=1}^{5} x(k) z^{-k} = z^{-1} + 3z^{-2} + 5z^{-3} + 3z^{-4} + z^{-5}.$$

Из приведенного примера видно, что *коэффициенты z-преобразования являются значениями дискретной функции, подвергаемой этому преобразованию*. Если пытаться понять *смысл* этих коэффициентов, анализируя их роль в результате z-преобразования, т.е. в функции *X(z)*, то они отражают степень, в которой в этой функции представлены комплексные экспоненты, то есть *гармонические* осцилляции различных частот и скоростей нарастания/затухания[130]. Тот же смысл этих коэффициентов и в преобразовании Лапласа. В этом плане z-преобразование аналогично преобразованиям Фурье и Лапласа. Но преобразованиям Фурье определено на области: [–∞, +∞], тогда как одностороннее преобразование Лапласа на области: [0, +∞]. Поэтому считается, что преобразование Лапласа и z-преобразование больше, чем преобразование Фурье, подходят для формального математического представления причинно-следственных зависимостей, но, конечно, *только при том условии, что входные и выходные сигналы интерпретируются как функции времени*. Кроме того, в разложении функции в ряд Фурье коэффициенты этого ряда, имеющие совершенно аналогичный смысл, *вычисляются*, а не задаются в качестве исходных значений дискретной функции, как в преобразованиях Лапласа и z-преобразовании, а исходной является функция, разлагаемая в ряд Фурье.

Если в выражении (13) положить z=1, то оно примет математическую форму, не отличающуюся от выражений для P_{ij}, P_i, P_j *из таблицы 75*. Из вышеизложенного ясно, что *матрицу условных и безусловных вероятностей можно обоснованно считать матричной передаточной функцией, в которой рассматриваются отклики объекта управления не на гармонические осцилляции различных частот и скоростей нарастания/затухания, а на единичные прямоугольные импульсы*.

---

[130] См., например: http://ru.wikipedia.org/wiki/Z-преобразование. Комплексные экспоненты связаны с sin и cos формулой Эйлера: http://ru.wikipedia.org/wiki/Формула%20Эйлера

Z-преобразование получается из одностороннего дискретного преобразования Лапласа простой заменой переменных (14) [18]:

$$z = esT \tag{14}$$

где:

– s – *комплексный* аргумент: $s = i\omega$

– T – период дискретизации.

Согласно [230] смысл этой замены в том, чтобы все бесконечные периодические повторения нулей и полюсов дискретного фильтра в комплексной плоскости s преобразовать в одну точку в комплексной плоскости z (рисунок 123).

Рисунок 123. Отображение комплексной s-плоскости в комплексную z-плоскость согласно [18]

Обратная экспонента под суммой выражения (13) имеет два смыла: математический и физический. *Математический смысл* состоит в том, что добавление такого сомножителя к слагаемым некоторого ряда делает его сходящимся для широкого класса функций, возрастающих медленее экспоненты. *Физический смысл* состоит в более или менее быстром затухании последствий любого события с течением времени, причем, *как правило, закон затухания имеет экспоненциальный характер*. Если бы это было иначе, то сколь угодно слабые воздействия могли бы приводить к сколь угодно большим последствиям, что приводило бы к хаосу и

неустойчивости реальности, подобно «эффекту бабочки», описанного в рассказе Рэя Бредбери «И грянул гром»[131]. Однако подобной хаотичности и неустойчивости на практике не наблюдается, следовательно «эффекта бабочки» не существует и последствия событий затухают с течением времени не медленнее экспоненты.

Сравним z-преобразование с представлением числа в виде ряда в позиционной системе счисления[132]. Для этого продолжим рассмотрение вышеприведенного примера Z-преобразования дискретной функции (рисунок 123), представленной таблично:

k	0	1	2	3	4	5	6
X(k)	0	1	3	5	3	1	0

Z-преобразование данной функции имеет вид:

$$X(z)=\sum_{k=0}^{6}x(k)z^{-k}=0z^{-0}+1z^{-1}+3z^{-2}+5z^{-3}+3z^{-4}+1z^{-5}+0z^{-6}. \qquad (15)$$

где z≠0.

Целое число *x* в системе счисления с основанием *b* представляется в виде конечной линейной комбинации цифр и степеней числа *b*:

$$x(b)=\sum_{k=0}^{n-1}a_k b^k\ , \qquad (16)$$

где: a_k – это целые числа, называемые цифрами, удовлетворяющие неравенству $0 \le a_k \le (b-1)$. Каждая степень *bk* в такой записи называется весовым коэффициентом разряда.

Из сравнения выражений (15) и (16) мы видим, что если произвести в них представленные в таблице 76 замены переменных, то получим одно и тоже математическое выражение, что означает эквивалентность выражений (15) и (16) как по форме, так и по содержанию.

---

[131] http://ru.wikipedia.org/wiki/И%20грянул%20гром
http://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект%20бабочки
[132] http://ru.wikipedia.org/wiki/Система%20счисления

Таблица 76 – Замены переменных в выражениях для z-преобразования и представления числа в виде ряда

Z-преобразование		Представление числа в виде ряда	
Обозначение	Интерпретация	Обозначение	Интерпретация
X(z)	Значение z-преобразования	x(b)	Число
x(k)	k-е значение дискретной функции	a_k	Цифра
z	z = esT	1/b	Обратная величина от основания системы счисления

Основываясь на приведенной аналогии можно сделать два вывода:

1. Значения z-преобразования некоторой дискретной функции могут рассматриваться как числа, записанные в позиционной системе счисления с основанием 1/z = e-sT (см. выражение (14)), при этом роль цифр играют *значения* дискретной функции.

2. Числа в любой позиционной системе счисления могут рассматриваться как значения z-преобразования дискретных функций, значения которых представлены цифрами, с помощью которых записываются эти числа.

Продолжим дальнейшее рассмотрение синтеза семантической информационной модели в системно-когнитивном анализе. Далее, непосредственно на основе матрицы абсолютных частот или с использованием матрицы условных и безусловных процентных распределений с использованием количественных мер знаний (таблица 77) [7, 127] получаем базу знаний (таблица 78):

Таблица 77 – Различные аналитические формы частных количественных критериев знаний согласно [7, 127]

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
СИМ-1, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу (предпоследняя строка таблицы 2)	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
СИМ-2, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу (последняя строка таблицы 2)	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
СИМ-3, частный критерий: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми по критерию хи-квадрат абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
СИМ-4[133], частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
СИМ-5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
СИМ-6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
СИМ-7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

[133] Предложен Макаревич Л.О.

Таблица 78 – Матрица знаний

			Классы (целевые и нежелательные состояния объекта управления)					Значимость фактора
			1	...	*j*	..	*W*	
Факторы и их интервальные значения	Управляющие факторы	*1*	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$\sigma_1 = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{1j}-\bar{I}_1\right)^2}$
		...						
	Факторы окружающей среды	...						
		i	I_{i1}		$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$		I_{iW}	$\sigma_i = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{ij}-\bar{I}_i\right)^2}$
		...						
	Факторы состояния объекта управления	...						
		M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$\sigma_M = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{Mj}-\bar{I}_M\right)^2}$
Степень редукции класса			σ_1		σ_j		σ_W	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W\cdot M-1)}\sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij}-\bar{I}\right)^2}$

Здесь – $\bar{I}_i$ это *среднее* количество знаний в *i-м* значении фактора:

$$\bar{I}_i = \frac{1}{W}\sum_{j=1}^{W} I_{ij} \ . \qquad (17)$$

На основе анализа математической формы выражений для количественных мер знаний (таблица 77) можно высказать гипотезу о том, что каждое из этих выражений, по сути, представляет собой вариант скалярной передаточной функции, аналогичной элементу матричной передаточной функции (78), и, следовательно, ***база знаний (таблица 78) представляет собой вариант матричной передаточной функции***.

Эта гипотеза основывается на следующих аналогиях и предположениях[134] (таблица 78):

– входная величина u_j аналогична или подобна (~) P_i , т.е. безусловной вероятности наблюдения *i-го* значения фактора по всей выборке;

[134] будем называть ее 2-й аналогией или 2-й метафорой

– выходная величина $y_i \sim P_{ij}$ – условной вероятности наблюдения *i-го* значения фактора у объектов в *j-го* класса или, *что тоже самое*, условной вероятности перехода объекта в *j-е* состояние *при условии* действия на него *i-го* значения фактора;

– скалярная передаточная функция W_{ij}(р) $\sim I_{ij}$ – *знанию о том, что "объект перейдет в j-е состояние" если "на объект действует i-е значение фактора".*

Общее между скалярной передаточной функцией из матрицы (7) и количественными мерами знаний состоит в том, что во все их выражения входят отношения, а *различие* – в том, что частные количественные меры знаний нормированы к 0 (при отсутствии влияния значения фактора на переход объекта управления в j-е состояние), а в передаточной функции в этом случае, т.е. когда выходное воздействие тождественно входному, частные критерии равны 1. Однако, как мы увидим ниже, это различие не принципиально и вообще несущественно.

Для этой нормировки используется логарифм, вычитание единицы и другие способы. Подобное нормирование *удобно* при использовании ***аддитивного*** *интегрального критерия.* Однако при использовании мультипликативного интегрального критерия, если частные критерии равны 1 в случае отсутствия воздействия как, например, в случае передаточной функции в которой выходной сигнал равен входному, то в этой нормировке к 0 нет необходимости.

Взятие логарифма от частных критериев может рассматриваться как формальный математически прием, обеспечивающий нужную нормировку. Но в этом есть и более глубокий смысл. ***Мультипликативный*** *интегральный критерий* преобразуется в аддитивный просто взятием логарифма от произведения (18):

$$K_j = \prod_{i=1}^{M} \frac{P_{ij}}{P_i} \quad \Big| Log$$

$$LogK_j = \sum_{i=1}^{M} Log \frac{P_{ij}}{P_i} \qquad (18)$$

При этом частные критерии, равные 1 при отсутствии воздействия, преобразуются в количественные меры знаний СИМ-1 и СИМ-2.

Казалось бы, *аддитивный интегральный критерий предполагает линейность объекта управления*, т.к. выполнение для него принципа суперпозиции, в этом случае результирующее воздействие на линейный объект управления *совокупности* факторов является *суммой* влияний на него каждого из этих факторов в отдельности. Проще говоря, *если объект управления линейный, то факторы не взаимодействуют друг с другом внутри объекта управления, т.е. являются не системой, а множеством факторов*. Однако в случае модели системно-когнитивного анализа это не так, т.е. не смотря на логарифмический вид частных критериев знаний и аддитивный интегральный критерий модель СК-анализа позволяет учесть *нелинейные* эффекты взаимодействия факторов.

Это осуществляется следующим образом: из таблицы 77 мы видим, что в математические выражения для всех частных критерий знаний входят величины[135], зависящие не только N_{ij} и N, но и от N_j и N. Благодаря этому и математической форме частных критериев знаний, если добавить в модель еще один фактор, тождественный одному из уже имеющихся, то количество знаний в каждом из них будет меньше, чем до этого.

Итак, количественные значения коэффициентов I_{ij} таблицы 78 являются знаниями о том, что "объект перейдет в j-е состояние" если "на объект действует i-е значение фактора".

Когда количество знаний $I_{ij} > 0$ – *i–й* фактор *способствует* переходу объекта управления в *j-е* состояние, когда $I_{ij} < 0$ – *препятствует* этому переходу, когда же $I_{ij} = 0$ – никак *не влияет* на это.

В векторе *i-го* фактора (строка матрицы знаний) отображается, какое количество знаний о переходе объекта управления в

---

[135] N_{ij} – суммарное количество наблюдений в исследуемой выборке *факта*: "действовало *i-е* значение фактора и объект перешел в *j-е* состояние"; N_j – суммарное количество встреч различных значений факторов у объектов, перешедших в *j-е* состояние; N_i – суммарное количество встреч *i-го* значения фактора у всех объектов исследуемой выборки; N – суммарное количество встреч различных значений факторов у всех объектов исследуемой выборки.

каждое из будущих состояний содержится в том факте, что данное значение фактора действует.

В векторе *j-го* состояния класса (столбец матрицы знаний) отображается, какое количество знаний о переходе объекта управления в соответствующее состояние содержится в каждом из значений факторов, представленных в модели.

Таким образом, матрица знаний функционально эквивалента матричной передаточной функции (7), в которой входы (значения факторов) и выходы (будущие состояния объекта управления) связаны друг с другом знаниями, выраженными в битах.

Такую матричную передаточную функцию, в которой элементами являются не скалярные передаточные функции, **представляющие собой отношение выходной величины к входной в символической форме при нулевых начальных условиях[136], а знания, будем называть *когнитивной матричной передаточной функцией.***

Фактически предложенная модель позволяет осуществить *синтез когнитивной матричной передаточной функции* для различных предметных областей непосредственно на основе эмпирических исходных данных и *продуцировать на их основе прямые и обратные правдоподобные (нечеткие) логические рассуждения по неклассическим схемам с различными расчетными значениями истинности*, являющимся обобщением классических импликаций [7].

Таким образом, данная *модель позволяет рассчитать какое количество знаний содержится в любом факте о наступлении любого события в любой предметной области, причем для этого не требуется повторности этих фактов*. Если же эти повторности осуществляются и при этом наблюдается некоторая вариабельность значений факторов, обуславливающих наступление тех или иных событий, то модель обеспечивает *многопараметрическую типизацию*, т.е. синтез обобщенных образов классов или категорий наступающих событий с количественной оценкой силы и направления влияния на их наступление различных значений

---

[136] Т.е. их преобразования Лапласа в непрерывном случае или z-преобразования в дискретном случае.

факторов. Причем эти значения факторов могут быть как количественными, так и качественными и измеряться в любых единицах измерения, в любом случае в модели оценивается количество знаний, которое в них содержится о наступлении событий, переходе объекта управления в определенные состояния или просто о его принадлежности к тем или иным классам.

Принципиально важно, что эти элементы когнитивной матричной передаточной функции не определяются экспертами на основе опыта интуитивным неформализуемым способом, а *рассчитываются непосредственно на основе эмпирических данных и теоретически обоснованной модели, хорошо зарекомендовавшей себя на практике при решении широкого круга задач в самых различных предметных областях.*

В этой связи кратко рассмотрим информационную модель деятельности специалиста и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности [10]. Специалист, и тем более менеджер, в своей работе постоянно сталкивается с необходимостью решения интеллектуальных задач, связанных с идентификацией, прогнозированием и принятием решений (управлением) (рисунок 124)[137]:

Рисунок 124. Информационная модель деятельности специалиста и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности

---

[137] Информационная модель деятельности специалиста, представленная на рисунке 6, разработана на основе модели, впервые предложенной В.Н. Лаптевым (1984).

Дадим краткие пояснения к информационной модели деятельности специалиста, представленной на рисунке 124.

Блок 1. На вход системы поступает задача или проблема. Что именно неясно, т.к. чтобы это выяснить необходимо идентифицировать ситуацию и обратиться к базе данных стандартных решений с запросом, существует ли стандартное решение для данной ситуации.

Блок 2. Далее осуществляется идентификация проблемы или задачи и прогнозирование сложности ее решения. На этом этапе применяется интеллектуальная система, относящаяся к классу систем распознавания образов, идентификации и прогнозирования или эта функция реализуется специалистом самостоятельно "вручную".

Блок 3. Если в результате идентификации задачи или проблемы по ее признакам установлено, что точно имеется стандартное решение, то это означает, что на вход системы поступила *точно такая же* задача, как уже когда-то ранее встречалась. Для установления этого достаточно информационно-поисковой системы, осуществляющей поиск по точному совпадению параметров запроса и в применении интеллектуальных систем нет необходимости. Тогда происходит переход на блок 7, а иначе на блок 4.

Блок 4. Если установлено, что точно такой задачи не встречалось, но встречались *сходные, аналогичные,* которые могут быть найдены в результате обобщенного (нечеткого) поиска системой распознавания образов, то решение может быть найдено с помощью автоматизированной системы поддержки принятия решений путем решения *обратной задачи прогнозирования*. Это значит, что на вход системы поступила не задача, а проблема, имеющая количественную новизну по сравнению с решаемыми ранее (т.е. не очень сложная проблема). В этом случае осуществляется переход на блок 9, иначе – на блок 5.

Блок 5. Если установлено, что сходных проблем не встречалось, то необходимо качественно новое решение, поиск которого требует существенного творческого участия человека-эксперта. В этом случае происходит переход на блок 12, а иначе – на блок 6.

Блок 6. Переход на этот блок означает, что возможности поиска решения или выхода из проблемной ситуации системой ис-

черпаны и решения не найдено. В этом случае система обычно терпит ущерб целостности своей структуре и полноте функций, вплоть до разрушения и прекращения функционирования.

Блок 7. На этом этапе осуществляется реализация стандартного решения, соответствующего точно установленной задаче, а затем проверяется эффективность решения на блоке 8.

Блок 8. Если стандартное решение оказалось эффективным, это означает, что на этапах 2 и 3 идентификация задачи и способа решения осуществлены правильно и система может переходить к разрешению следующей *проблемной ситуации* (переход на блок 1). Если же стандартное решение оказалось неэффективным, то это означает, что проблемная ситуация идентифицирована как стандартная задача неверно и необходимо продолжить попытки ее разрешения с использованием более общих подходов, основанных на применении систем искусственного интеллекта (переход на блок 4), например, систем поддержки принятия решений.

Блок 9. Применяется автоматизированная система поддержки принятия решений, обеспечивающая решение обратной задачи прогнозирования. Отличие подобных систем от информационно-поисковых состоит в том, что они способны производить обобщение, выявлять силу и направление влияния различных факторов на поведение системы, и, на основе этого, по заданному целевому состоянию вырабатывать рекомендации по системе факторов, которые могли бы перевести систему в это состояние (обратная задача прогнозирования).

Блок 10. Если решение, полученное с помощью системы поддержки принятия решений, оказалось неэффективным, то это означает, что проблемная ситуация идентифицирована как аналогичная ранее встречавшимся неверно. Следовательно, что на вход системы поступила качественно новая, по сравнению с решаемыми ранее, т.е. сложная проблема. В этом случае необходимо продолжить попытки разрешения проблемы с использованием творческих неформализованных подходов с участием человека-эксперта и перейти на блок 5, иначе – на блок 11.

Блок 11. Информация об условиях и результатах решения проблемы заносится в базу знаний, т.е. стандартизируется. После чего база знаний количественно (не принципиально) изменяется, т.е. осуществляется ее адаптация. *В результате адаптации при*

встрече в будущем точно таких же проблемных ситуаций, как разрешенная, система уже будет разрешать ее не как проблему, а как стандартную задачу.

Блок 12. На этом этапе с использованием неформализованных творческих подходов осуществляется поиск качественно нового решения проблемы, не встречавшейся ранее, после чего управление передается блоку 13.

Блок 13. Если решение, полученное экспертами с помощью неформализованных подходов, оказалось неэффективным, то это означает, что система терпит крах (осуществляется переход на блок 6). Если же адекватное решение найдено, то происходит переход на блок 14.

Блок 14. Стандартизация качественно нового решения, проблемы и пересинтез модели. Информация об условиях и результатах творческого решения проблемы заносится в базу знаний, т.е. стандартизируется. После этого база знаний качественно, принципиально изменяется, т.е. фактически осуществляется ее пересоздание (пересинтез). *В результате пересинтеза базы знаний при встрече в будущем проблемных ситуаций, аналогичных разрешенной, система уже будет реагировать на них как проблемы, решаемые автоматизированными системами поддержки принятия решений.*

Блоки информационной модели деятельности специалиста, в которых *в принципе могут* использоваться системы искусственного интеллекта, на рисунке 124 показаны со светло-зеленой заливкой:

– *блоки 2 и 12:* система распознавания образов, идентификации и прогнозирования;

– *блоки 9, 11, 12 и 14:* автоматизированная система поддержки принятия решений.

Однако в настоящее время специалист, как правило, решает все вышеперечисленные задачи *без использования систем искусственного интеллекта* (СИИ). Но чтобы эта *принципиальная возможность* применения СИИ превратилась в *практическую возможность* необходимо, чтобы существовала программная система искусственного интеллекта, созданная в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Благодаря универсальной постановке такая система поддерживала бы решение

вышеперечисленных задач, решаемых управляющей системой САУ и АСУ, но не только для технических объектов управления, а в широком круге предметных областей, в том числе при управлении биологическими, экономическими и социально-психологическими системами. Это именно те области, в которых в настоящее время в основном применяются слабо формализованные методы управления без использования компьютерных технологий. Причины этого вполне понятны. Они связаны с тем, что применение математического аппарата матричных передаточных функций, развитого в теории САУ и АСУ, для управления столь сложными объектами управления представляется в настоящее время фактически невозможным из-за практической невозможности адекватного математического описания этих объектов управления. Между тем подобные системы давно существуют, например, Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» [7], обеспечивающая формирование когнитивных матричных передаточных функций сложных объектов управления на основе эмпирических данных. Однако чтобы эта практическая возможность стала *действительностью* необходимо с помощью системы «Эйдос» разработать соответствующие интеллектуальные приложения, а затем применить эти приложения на практике. Это в очень многих случаях уже сделано [7][138], в том числе и автором с соавторами, но поле деятельности в этом направлении вообще не ограничено.

Есть два способа принятия решения о многофакторном управляющем воздействии, при которых выбирается система значений факторов для воздействия на объект управления:

– многократное решение задачи прогнозирования при различных сочетаниях значений управляющих факторов;

– решение обратной задачи прогнозирования (а затем замена значений факторов с использованием результатов кластерного анализа, прогнозирование и принятие окончательного решения о выборе управляющего воздействия).

Выработка управляющего воздействия путем прогнозирования поведения объекта управления в результате воздействия на

[138] См., например: http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11
http://lc.kubagro.ru/Aidos/Aidos.htm

него различных сочетаний значений факторов приводит к *комбинаторному взрыву* и огромным затратам вычислительных ресурсов и времени. В результате весьма вероятна ситуация, когда принятие решения путем многократного прогнозирования и выбора наиболее подходящего варианта может занимать больше времени, чем длительность цикла управления, что вообще неприемлемо.

Например, если в модели всего 3 описательных шкалы по 10 градаций в каждой, то выбор варианта управляющего воздействия путем прогнозирования поведения объекта управления при различных вариантах значений управляющих факторов потребовал бы 1000 прогнозов. Отметим, что на практике при решении реальных задач факторов (шкал) может быть не 3, а сотни и тысячи. Это делает выбор управляющего воздействия путем перебора вариантов прогнозов практически неосуществимым.

Выработка управляющего воздействия путем решения *обратной задачи прогнозирования*. Если при прогнозировании на основе знаний о системе действующих значений факторов определяется будущее поведение объекта управления, то при решении обратной задачи прогнозирования, наоборот, по заданному целевому состоянию объекта управления определяется такая система значений факторов, которая при воздействии на объект управления с наибольшей степенью обусловленности переводит его в это целевое состояние. Решение обратной задачи прогнозирования представляет собой просто выборку всех знаний из матрицы знаний о воздействии различных значений факторов на переход объекта управления в целевое состояние и сортировку этих значений факторов в порядке убывания количеств знаний в них. Если какие-либо значения факторов не удается использовать на практике из-за их высокой стоимости или фактической недоступности соответствующих технологий, то можно используя результаты кластерного анализа [128] заменить эти значения факторов другими, сходными по действию на поведение объекта управления, но более доступными, а затем решить задачу прогнозирования с новым набором значений факторов. Если результат прогнозирования удовлетворительный, то принимается решение о выборе данного управляющего воздействия.

Рассмотрим, как в предлагаемой модели реализуются задачи идентификации, прогнозирования и принятия решений.

Рассмотрим поведение объекта управления при воздействии на него не одного, а целой *системы значений факторов*:

$$I_j = f(\vec{I}_{ij}). \qquad (18)$$

В теории принятия решений скалярная функция I_j векторного аргумента называется *интегральным критерием*. Основная проблема состоит в выборе такого аналитического *вида функции* интегрального критерия, который обеспечил бы эффективное решение задач, решаемых управляющей системой САУ и АСУ.

Учитывая, что *частные критерии* (таблица 77) имеют смысл количества знаний, а знания, как и информация, является *аддитивной* функцией, предлагается ввести *интегральный критерий*, как аддитивную функцию от частных критериев в виде:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i). \qquad (19)$$

В выражении (19) круглыми скобками обозначено скалярное произведение, т.е. свертка. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i, \qquad (20)$$

где:

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор *j-го* класса-состояния объекта управления;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния предметной области (объекта управления), включающий все виды факторов, характеризующих объект управления, возможные управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е. $L_i=n$, если *i-й* признак встречается у объекта *n* раз.

Таким образом, предложенный *интегральный критерий представляет собой суммарное количество знаний, содержащихся в системе значений факторов различной природы (т.е. факторах, характеризующих объект управления, управляющее воздействие и окружающую среду) о переходе объекта управления в то или иное будущее состояние.*

В многокритериальной постановке задача прогнозирования состояния объекта управления, при оказании на него заданного многофакторного управляющего воздействия I_j, сводится к максимизации интегрального критерия:

$$j^* = \arg\max_{j \in J}((\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i)), \qquad (21)$$

т.е. к выбору такого состояния объекта управления, для которого интегральный критерий максимален.

Результат прогнозирования поведения объекта управления, описанного данной системой факторов, представляет собой список его возможных будущих состояний, в котором они расположены в порядке убывания суммарного количества знаний о переходе объекта управления в каждое из них.

Задача принятия решения о выборе наиболее эффективного управляющего воздействия является *обратной задачей* по отношению к задаче максимизации интегрального критерия (идентификации и прогнозирования), т.е. вместо того, чтобы по набору факторов прогнозировать будущее состояние объекта, наоборот, по заданному (целевому) состоянию объекта определяется такой набор факторов, который с наибольшей эффективностью перевел бы объект управления в это состояние.

Предлагается еще одно обобщение фундаментальной леммы Неймана-Пирсона, основанное на косвенном учете корреляций между информативностями в векторе состояний при использовании средних по векторам. Соответственно, вместо простой суммы количеств информации предлагается использовать корреляцию между векторами состояния и объекта управления, которая количественно измеряет степень сходства этих векторов:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l A} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)\left(L_i - \bar{L}\right), \qquad (22)$$

где:

$\bar{I}_j$ – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$ – среднее по вектору идентифицируемой ситуации (объекта).

σ_j – среднеквадратичное отклонение информативностей вектора класса;

σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

Выражение (22) получается непосредственно из (20) после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \to \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \to \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}.$$

Необходимо отметить, что выражение для интегрального критерия сходства (22) по своей математической форме является *корреляцией* двух векторов. Это означает, что если эти вектора являются суммой двух сигналов: полезного и белого шума, то при достаточно большой выборке *при расчете интегрального критерия белый шум практически не будет играть никакой роли*, т.е. его корреляция с самими собой равна нулю по определению. Поэтому интегральный критерий сходства объекта со случным набором признаков с любыми образами классов, или реального объекта с образами классов, сформированными случайным образом, будет равен нулю. Это означает, что *выбранный интегральный критерий сходства является высокоэффективным средством подавления белого шума и выделения полезной информации из шума,* который неизбежно присутствует в эмпирических данных.

Важно также отметить *неметрическую природу* предложенного интегрального критерия сходства, благодаря чему *его применение является корректным и при неортонормированном семантическом информационном пространстве, каким оно в подавляющем количестве случае и является, т.е. в общем случае*.

Если применить предлагаемые модели для конкретизации схемы цикла управления, представленного на рисунке 119, и информационной модели деятельности специалиста (рисунок 124), то получим представленную на рисунке 125 параметрическая модель рефлексивной АСУ активными объектами (системами), впервые приведенную в работе [7]. В работах [6, 15, 16] приведены подобные схемы ряда конкретных применений системно-когнитивного анализа и системы «Эйдос» для интеллектуального управления сложными системами.

Рисунок 125. Параметрическая модель рефлексивной АСУ активными объектами (системами)

Рассмотренные выше матрицы условных и безусловных вероятностей, а также матрица знаний, могут рассматриваться не только как аналоги матричной передаточной функции, но и как *матричные коэффициенты передачи*[139], элементы которых являются коэффициентами передачи между значениями факторов и классами, соответствующими переходам объекта управления в будущие состояния. Безразмерные относительные коэффициенты передачи используются и в экономике и называются эластичность [21] и также могут быть использованы качестве меры знаний. Согласно [228] «передаточные функции принято записывать в стандартной форме:

$$W(p) = k\frac{d_m p^m + \ldots + d_1 p + 1}{c_n p^n + \ldots + c_1 p + 1}, \qquad (24)$$

[139] http://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент%20передачи

где $k = b_0 / a_1$ – коэффициент передачи».[140] Таким образом, можно сделать вывод, что ***коэффициент передачи – это матричная передаточная функция при начальных условиях.***

Выводы.

Таким образом, в разделе рассмотрена глубокая взаимосвязь между теорией автоматизированного и автоматического управления и системно-когнитивным анализом и его программным инструментарием – системой «Эйдос» в их применении для интеллектуального управления сложными системами. Предлагается технология, позволяющая на практике реализовать интеллектуальное автоматизированное и даже автоматическое управление такими объектами управления, для которых ранее управление реализовалось лишь на слабоформализованном уровне, как правило, без применения математических моделей и компьютеров. К таким объектам управления относятся, например, технические системы, штатно качественно-изменяющиеся в процессе управления, биологические и экологические системы, социально-экономические и психологические системы.

О применении САУ для управления подобными сложными системами в настоящее время не может быть речи из-за практической невозможности их адекватного описания с применением дифференциальных уравнений. Вместе с тем, перспектива развития методов управления сложными системами состоит *в повышении степени формализации процессов принятия решений* при выборе вариантов управляющих воздействий. Предлагается технология, обеспечивающая *создание* формальной количественной модели *сложного объекта управления* на основе эмпирических данных о его поведении под действием различных факторов, модели, пригодной для решения задач прогнозирования и принятия решений. В предлагаемой технологии есть ряд аналогий с методами САУ и АСУ, рассмотрению которых и посвящена статья. Естественно, предложенная технология не рассматривается авторами как альтернатива САУ и АСУ в тех областях, где их применение хорошо освоено и предлагается лишь как вариант повышения степени формализации при управлении сложными система-

[140] http://edu.nstu.ru/courses/tech/tau/demo/book/Sod27.htm

ми, управление которыми, как правило, осуществляется вообще без использования математических моделей и компьютерных технологий.

Сформулированы и обоснованы гипотезы о том, что матрица условных и безусловных процентных распределений и матрицы знаний с различными количественными мерами знаний, могут рассматриваться как матричные передаточные функции, т.е. модели сложных многофакторных динамичных объектов управления, на основе которых могут успешно решаться основные задачи, решаемые с применением матричных передаточных функций: задача прогнозирования поведения объекта управления под действием системы факторов и задача выработки такого управляющего воздействия, которое переведет объект управления в заранее заданное целевое состояние.

Материалы статьи могут быть использованы при проведении лекционных и лабораторных занятий по дисциплинам: «Основы теории управления (теория автоматического управления) (ТАУ)», «Автоматизированные системы управления (АСУ)», «Эффективность АСУ», «Интеллектуальные информационные системы» и «Концепции современного естествознания» для различных специальностей, а также для решения перечисленных в начале статьи и других задач того же типа в различных предметных областях.

ГЛАВА 5. НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС»

5.1. Система «Эйдос-Х++» – новый инструментарий системно-когнитивного анализа

Система «Эйдос» за многие годы применения хорошо показала себя при проведении научных исследований в различных предметных областях и занятий по ряду научных дисциплин, связанных с искусственным интеллектом, представлениями знаний и управлению знаниями. Однако в процессе эксплуатации системы были выявлены и некоторые недостатки, ограничивающие возможности и перспективы применения системы. Поэтому создана качественно новая версия системы (система Эйдос-Х++), в которой преодолены ограничения и недостатки предыдущей версии и реализованы новые важные идеи по ее развитию и применению в качестве программного инструментария системно-когнитивного анализа (СК-анализ)

Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" является отечественным лицензионным программным продуктом, который в разные годы реализовался на различных языках программирования на компьютерах различных платформ [7, 108, 140]. С 1992 года существует и версия системы «Эйдос» для IBM-совместимых персональных компьютеров. В качестве инструментальных средств программирования использовались следующие лицензионные средства, официально приобретенные Научно-производственным предприятием «Эйдос»[141]: CLIPPER 5.01 Rus, № CRX 202874; Tools-II Rus № 200932; BiGraph 3.01r1 № 247. Выбор этих средств в то время был совершенно оправданным и обоснованным, т.к. тогда эта система программирования несопоставимо превосходила все остальные, существовавшие в то

[141] Учредителем и директором которого был автор

время, по своим возможностям. В основе системы «Эйдос» использовались математические модели и алгоритмы, основанные на теории информации, впервые в полной форме описанные автором еще в 1993 году. В 1994 году автором были получен первый в Краснодарском крае, а возможно и один из первых в России, патент на систему искусственного интеллекта. С тех пор данная версия системы непрерывно совершенствовалась на протяжении почти 20 лет вплоть до весны 2012 года, когда началась непосредственная разработка качественно новой версии. С применением этой системы было решено большое количество задач в различных предметных областях, чему существенно способствовало то, что система «Эйдос» изначально разрабатывалась в постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому в 2003 году ей было дано название: Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос", подчеркивающее это важное обстоятельство. По результатам проведенных с помощью системы исследований издано 24 научные монографии и учебных пособия, в т.ч. с грифами УМО и министерства [3-19, 190 и др.], сотни статей[142], в т.ч. в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ[143], получено 27 патентов РФ, защищено 5 докторских и 7 кандидатских диссертаций по экономическим, техническим, психологическим и медицинским наукам[144].

В состав системы «Эйдос» входит подсистема _152, содержащая ряд стандартных программных интерфейсов с внешними базами данных различных стандартов: текстовых, баз данных (БД) и графических, расширяющих сферу ее применения. Некоторые из подобных интерфейсов при своем развитии превратились в системы окружения: "Эйдос-фонд", "Эйдос-Ψ" и «Эйдос-астра» (рисунок 126):

---

[142] См., например: http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=123162
[143] http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=123162, http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11
[144] http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm

Рисунок 126. Базовая система «Эйдос» и системы окружения

Таким образом, по мнению авторов можно сделать обоснованный вывод о том, что система «Эйдос» является большой и довольно эффективной системой. Однако она обладала и рядом

недостатков, среди которых в первую очередь необходимо отметить следующие:

1. Система была разработана за несколько лет до создания операционной системы MS Windows-95, и, естественно, не обладала стандартным для MS Windows так называемым GUI-интерфейсом (сокр. от англ. Graphical user interface).

2. Она работала в основной памяти компьютера, имеющей размер 640 Кб, и не могла использовать внешнюю память (Extend Memory). Поэтому система «Эйдос» имела модульную оверлейную структуру и использовала диспетчер памяти (QEMM). Но со временем система на столько увеличилась, что и эта технология уже не обеспечивала ее развитие и пришлось разбить систему на десятки отдельно загружаемых модулей, связанных только по базам данных.

3. Система не могла работать в защищенном режиме и задействовать swapping-технологию MS Windows для использования внешней памяти в качестве оперативной. Внешняя память использовалась системой «Эйдос» только для кеширования обращения к внешней памяти и до, и после создания системы MS Windows.

4. В системе не было возможности интеграции с Windows и Internet-приложениями, например организации работы с базами данных, находящимися на Internet-сервере, хотя сам язык программирования, на котором она была написана, в принципе это позволял.

5. Размерности баз знаний были ограничены: 4000 классов на 4000 градаций факторов, размеры самих файлов баз знаний и баз данных системы также были ограничены 4 гигабайтами.

6. Система работала с интеллектуальным приложением, находящимся в текущей директории с исполнимыми модулями системы, т.е. в ней не было диспетчера приложений.

7. В системе не было подсистемы администрирования самой системы, а также пользователей и приложений.

8. Но самое главное, что система была 16-разрядным приложением и работала под Windows в режиме эмуляции MS DOS. Это было нормально во всех версиях системы MS Windows до 7. Под MS Windows 7 система «Эйдос» работала с использованием виртуальной машины, эмулирующей MS Windows XP.

Особо отметим, что отсутствие графики не являлось недостатком системы «Эйдос», т.к. в ней изначально использовалась мощная графическая библиотека (общая для CLIPPER, Pascal и C++) и было реализовано большое количество (более 60) различных графических форм, многие из которых не имеют аналогов в MS Windows и других системах и все это было в системе за несколько лет до создания MS Windows.

Наличие в системе перечисленных выше недостатков, а также некоторых других, более мелких, вызывало настоятельную потребность создания качественно новой версии системы «Эйдос», основывающейся на современной системе программирования, позволяющей решить все эти проблемы. Такая качественно-новая версия системы была задумана очень давно (около 10 лет назад) и о ней писалось в работах, размещенных на сайте автора[145]. Однако по ряду причин создание новой версии затягивалось, хотя такие попытки неоднократно предпринимались автором (Луценко Е.В.) на протяжении ряда лет и в разных системах программирования, в частности на Alaska xBase++, Delphi for PHP[146] и на Java. Наконец к лету 2012 года благодаря помощи зав.кафедрой компьютерных технологий и систем Заслуженного деятеля науки РФ профессора В.И.Лойко и проректора по науке профессора Ю.П.Федулова (ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет») удалось приобрести лицензионное программное обеспечение, являющееся современным развитием того, на котором была написана система «Эйдос»: Alaska Xbase++ (R) Version 1.90.355 SL1, TOOLS III, eXPress++ (C) Version 1.9 Build 255, Advantage Database Server (ADS) 10.0.

В настоящее время автором создана и запатентована качественно новая версия системы «Эйдос», получившая название: Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++»[147]. Конечно, в ней пока реализованы в основном базовые подсистемы и режимы, но она уже является полнофункциональ-

---

[145] http://lc.kubagro.ru/

[146] http://www.delphiforphp.ru/ http://ru.wikipedia.org/wiki/Delphi_for_PHP

[147] “X++” в названии новой версии системы «Эйдос» – это дань используемому инструментальному программному обеспечению: Alaska Xbase++ (R) Version 1.90.355 SL1, TOOLS III, eXPress++ (C) Version 1.9 Build 255, Advantage Database Server (ADS) 10.0.

ной системой и непрерывно развивается в перерывах между голосовой (звонковой) нагрузкой.

В новой версии системы сняты **все** вышеперечисленные и следующие ограничения:

- на количество объектов обучающей и распознаваемой выборки (в базах данных заголовков и базах данных признаков);
- на размерность баз данных классов, признаков, на количество градаций описательных шкал в одной шкале;
- на количество классов, к которым относится объект обучающей и распознаваемой выборки;
- на размерность по классам баз данных абсолютных частот, условных и безусловных процентных распределений и баз знаний (в численных экспериментах было апробировано 100000 классов);
- на размерность по признакам баз данных абсолютных частот, условных и безусловных процентных распределений и баз знаний (в численных экспериментах было апробировано 100000 признаков);
- на размеры файлов баз данных абсолютных частот, условных и безусловных процентных распределений и баз знаний (в численных экспериментах была апробирована возможность работы с базами данных размером 250Гб);
- вместо ранее используемых 4-х моделей знаний в новой версии используется 7, кроме того есть возможность использовать 3 статистические модели как модели знаний и сравнивать результаты их использования;
- новая версия системы «Эйдос» имеет стандартный GUI-интерфейс MS Windows; режимы системного администратора, авторизацию и диспетчер приложений; возможность работы с группами приложений, как с одним приложением (как в системе Эйдос-астра);
- кроме локальной версии предусматривается возможность работы в локальной сети и через Internet;
- сняты проблемы с ограниченным использованием возможностей современных процессоров и операционных систем. Локальная версия системы «Эйдос-Х++» является 32-разрядным приложением и нормально работает во всех версиях MS Window, включая 7, но использует лишь одно ядро процессора и не более

2 Гб оперативной памяти. Однако с Advantage Database Server (ADS) эти ограничения снимаются, и она становится практически полноценным 64-разрядным приложением, работающим с базами данных размером до 16000 Гб[148].

Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++" является современным инструментарием системно-когнитивного анализа [7], разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области, и обеспечивает:

- формализацию предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и представление исходных данных в форме базы событий: обучающей выборки);
- многопараметрическую типизацию, синтез, повышение качества и верификацию 3 статистических моделей и 7 моделей знаний предметной области;
- распознавание (системную идентификацию и прогнозирование);
- поддержку принятия решений и исследование модели, в т.ч.: дивизивную и агломеративную когнитивную кластеризацию, конструктивный и СК-анализ моделей: семантические и нейронные сети, когнитивные диаграммы, классические и интегральные когнитивные карты.

Есть в системе и ряд других новых возможностей. Переосмыслена иерархическая структура системы, учтен значительный опыт проведения научных исследований и преподавания ряда дисциплин с применением системы «Эйдос» и систем окружения[149]. Это нашло отражение в структуре системы и дереве диалога, приведенных в таблице 79:

---

[148] Имеется бесплатная локальная версия ADS: http://www.softscribe.ru

[149] В частности: Методы принятия решений, Интеллектуальные информационные системы, Представление знаний в информационных системах, Управление знаниями (магистратура), Основы искусственного интеллекта, Системно-когнитивный анализ, Информационные технологии управления бизнес-процессами / Корпоративные информационные системы (магистратура), Система искусственного интеллекта «Эйдос», Моделирование социально-экономических систем, Введение в нейроматику и методы нейронных сетей (магистратура), Интеллектуальные и нейросетевые технологии в образовании (магистратура), Функционально-стоимостной анализ системы и технологии управления персоналом (магистратура), Информационные системы в экономике, Математическое моделирование

Таблица 79 – Структура и функции универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос-Х++" (без меню, кнопок и переключателей экранных форм) (версии от 27.10.2014)

№	Вызов функции	Наименование пункта главного меню	Пояснение главного меню
1.		**1. Администрирование**	**Подсистема администрирования**
2.	F1_1()	1.1. Авторизация	Авторизация сисадмина, администратора приложения или пользователя
3.	F1_2()	1.2. Регистрация администратора приложения	Регистрация и удаление регистрации администраторов приложений и задание паролей пользователей. Этот режим доступен только системному администратору и администраторам приложений.
4.	F1_3()	1.3. Диспетчер приложений	Это подсистема администрирования приложений. Она предназначена для создания новых приложений, как пустых, так и на основе учебных примеров (лабораторных работ), имеющихся в системе, а также для выбора приложения для работы из уже имеющихся и удаления приложения. Выбор приложения для работы осуществляется путем отметки его любым символом. Удалять любые приложения разрешается только сисадмину, а Администратору приложений - только те, которые он сам создал.
5.	F1_4()	1.4. Выбор режима использования системы	Монопольный или многопользовательский (задается при инсталляции системы, но может быть изменен когда угодно сисадмином)
6.	F1_5()	1.5. Задание путей на папки с группами приложений	Папки с различными группами приложениями могут быть на локальном компьютере, в локальной сети или в Internet. Пути на них задаются сисадмином при инсталляции системы и могут быть изменены им когда угодно. Один из этих путей, а именно первый из отмеченный специальных символов, считается текущим и используется при СОЗДАНИИ приложений в диспетчере приложений 1.3, а в последующем при запуске приложений на исполнение пути берутся уже из БД диспетчера приложений
7.	F1_6()	1.6. Задание цветовой схемы главного меню	Задается по умолчанию если в папке с системой нет файла: ColorSch.arx при инсталляции системы, но может быть изменена когда угодно сисадмином
8.	F1_7()	1.7. Задание размера главного окна в пикселях	Задается по умолчанию 1024 x 769 если в папке с системой нет файла: _MainWind.arx при инсталляции системы, но может быть изменена когда угодно сисадмином
9.	F1_8()	1.8. Задание градиентных фонов главного окна	Градиентные фоны главного окна задаются по умолчанию при инсталляции системы, но могут быть изменены когда угодно сисадмином
10.	F1_9()	1.9. Прописывание путей по фактическому положению	Доступно только сисадмину. Определяет фактическое месторасположение системы и приложений и прописывает пути на них в БД: PathGrAp.DBF и Appls.dbf, а также восстанавливает имена приложений в Appls.dbf на данные им при их создании
11.	F1_10()	1.10. Инсталляция ActiveX на данном компьютере	Доступно только сисадмину. Устанавливает ActiveX: RMChart.ocx, необходимый для работы профессиональной графики под MS Windows 7 и выше. При сообщении об ошибке надо в окне: <Панель управления - Учетные записи пользователей и семейная безопасность - Учетные записи пользователей - Изменение параметров контроля учетных записей> перевести ползунок до конца вниз на: "Никогда не уведомлять..." и перезагрузить компьютер
12.	F1_11()	1.11. Локализация и инициализация (сброс) системы	Доступно только сисадмину. Прописывает все пути по фактическому месторасположению системы, пересоздает общесистемные базы данных, удаляет все приложения и всех пользователей. Определяет фактическое месторасположение системы и приложений, удаляет все директории приложений с поддиректориями и всеми файлами в них, а затем прописывает все пути на них по фактическому месторасположению, т.е. пересоздает и переиндексирует БД: PathGrAp.DBF, Appls.dbf и Users.dbf
13.		**2. Формализация предметной области**	**Разработка классификационных и описательных шкал и градаций и формирование обучающей выборки**
14.	F2_1("Close")	2.1. Классификационные шкалы и градации	Ручной ввод-корректировка классификационных шкал и градаций
15.	F2_2("Close")	2.2. Описательные шкалы и градации	Ручной ввод-корректировка описательных шкал и градаций
16.		**2.3. Ввод обучающей выборки**	
17.	F2_3_1()	2.3.1. Ручной ввод-корректировка обучающей выборки	
18.		**2.3.2. Программные интерфейсы с внешними базами данных**	**Автоматизированная формализация предметной области**
19.	F2_3_2_1()	2.3.2.1. Импорт данных из текстовых файлов	Универсальный программный интерфейс ввода данных из TXT, DOC и Internet (HTML) файлов неограниченного объема. Атрибуция текстов, АСК-анализ мемов
20.	F2_3_2_2("")	2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему	Режим представляет собой УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ИМПОРТА ДАННЫХ В СИСТЕМУ "ЭЙДОС-Х". Данный программный

			интерфейс обеспечивает автоматическое формирование классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки на основе XLS, XLSX или DBF-файла с исходными данными описанного в Help режима стандарта. Кроме того он обеспечивает автоматический ввод распознаваемой выборки из внешней базы данных
21.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	2.3.2.3. Импорт из транспонированных внешних баз данных	
22.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	2.3.2.4. Транспонирование файлов исходных данных	
23.		2.3.3. Управление обучающей выборкой	
24.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	2.3.3.1. Параметрическое задание объектов для обработки	
25.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	2.3.3.2. Статистическая характеристика, ручной ремонт	
26.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	2.3.3.3. Автоматический ремонт обучающей выборки	
27.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	2.3.4. Докодирование сочетаний признаков в обучающей выборке	
28.		**3. Синтез, верификация и улучшение модели**	**Создание модели, повышение ее качества и оценка достоверности**
29.	F3_1(.T., 0, 0, 0, .T.,"")	3.1. Формирование базы абсолютных частот	Загрузка по очереди описаний всех объектов обучающей выборки и расчет количества встреч различных сочетаний: Принадлежность объекта к j-му классу - наличие у него i-го признака
30.	F3_2(.T., 0, 0, 0, .T.,"")	3.2. Расчет процентных распределений	Расчет условных и безусловных процентных распределений
31.	F3_3(.T., 0, 0, 0, .T.,"")	3.3. Расчет заданных из 7 моделей знаний	Inf1~Prc1, Inf2~Prc2, Inf3-хи-квадрат, Inf4-roi~Prc1, Inf5-roi~Prc2, Inf6-Dp~Prc1, Inf7-Dp~Prc2
32.	F3_4(.T., 0, 0, 0, .T.,"")	3.4. Автоматическое выполнение режимов 1-2-3	По очереди исполняются режимы: 3.1., 3.2. и 3.3. для заданных стат.моделей и моделей знаний и затем заданная делается текущей
33.	F3_5(.T.)	3.5. Синтез и верификация заданных из 10 моделей	Оценивается достоверность (адекватность) заданных стат.моделей и моделей знаний. Для этого осуществляется синтез заданных моделей, обучающая выборка копируется в распознаваемую и в каждой заданной модели проводится распознавание с использованием двух интегральных критериев, подсчитывается количество верно идентифицированных и не идентифицированных, ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов (ошибки 1-го и 2-го рода)
34.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	3.6. Синтез и верификация заданной группы моделей	В различных приложениях текущей группы приложений создаются и верифицируются модели: Abs, Prc1, Prc2, Inf1~Prc1, Inf2~Prc2, Inf3-хи-квадрат, Inf4-roi~Prc1, Inf5-roi~Prc2, Inf6-Dp~Prc1, Inf7-Dp~Prc2 с фиксированными и адаптивными интервалами со сценариями и без и для каждого класса определяется модель, в которой его идентификация осуществляется наиболее достоверно
35.		**3.7. Повышение качества модели**	
36.	F3_7_1()	3.7.1. Поиск и удаление артефактов (робастная процедура)	Строится частотное распределение абсолютных частот встреч признаков в классах по матрице сопряженности Abs.dbf и пользователю предоставляется возможность удалить редко встречающиеся факты (сочетания), как случайные выбросы или артефакты. Для работы профессиональной графики нужна MS Windows 7 или выше
37.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	3.7.2. Значимость классификационных шкал	В данном режиме классификационные шкалы ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. средней значимости их градаций, т.е. классов
38.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	3.7.3. Значимость градаций классификационных шкал (классов)	В данном режиме все градации классификационных шкал (классы) ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. вариабельности значений частных критериев статистических баз и баз знаний
39.	F3_7_4()	3.7.4. Значимость описательных шкал	В данном режиме описательные шкалы ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. средней значимости их градаций, т.е. признаков
40.	F3_7_5()	3.7.5. Значимость градаций описательных шкал (признаков)	В данном режиме все градации описательных шкал (признаки) ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. вариабельности значений частных критериев статистических баз и баз знаний
41.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	3.7.6. Разделение классов на типичную и нетипичную части	Итерационный процесс при котором на основе объектов обучающей выборки, не идентифицированных с классами, к которым они относятся, создаются классы с теми же наименованиями + уровень итерации
42.	F3_7_7()	3.7.7. Генерация подсистем классов и докод.об.и расп.выб.	На основе сочетания классов по 2, 3, N формируются подсистемы классов, которые добавляются в качестве градаций в классификационные шкалы подсистем классов и в объекты обучающей и распознаваемой выборки

43.	F3_7_8()	3.7.8. Генерация подсистем признаков и докод.об.и расп.выб.	На основе сочетания признаков по 2, 3, N формируются подсистемы признаков, которые добавляются в качестве градаций в описательные шкалы подсистем признаков и в объекты обучающей и распознаваемой выборки
44.		**4. Решение задач с применением модели Применение модели для решения задач идентификации (распознавания), прогнозирования и поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также для исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели**	
45.		**4.1. Идентификация и прогнозирование**	
46.	F4_1_1()	4.1.1. Ручной ввод-корректировка распознаваемой выборки	
47.	F4_1_2(0,.T.,"4_1_2")	4.1.2. Пакетное распознавание в текущей модели	Распознаются по очереди все объекты распознаваемой выборки в стат.модели или базе знаний, заданной текущей в режиме 3.3 или 5.6.
48.		4.1.3. Вывод результатов распознавания	
49.	F4_1_3_1()	4.1.3.1. Подробно наглядно: "Объект - классы"	Визуализация результатов распознавания в подробной наглядной форме в отношении: "Один объект - много классов" с двумя интегральными критериями сходства между конкретным образом распознаваемого объекта и обобщенными образами классов: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний"
50.	F4_1_3_2()	4.1.3.2. Подробно наглядно: "Класс - объекты"	Визуализация результатов распознавания в подробной наглядной форме в отношении: "Один класс - много объектов" с двумя интегральными критериями сходства между конкретным образом распознаваемого объекта и обобщенными образами классов: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний"
51.	F4_1_3_3()	4.1.3.3. Итоги наглядно: "Объект - класс"	Отображение итоговых результатов распознавания в наглядной форме: отображаются пары: "Объект-класс"
52.	F4_1_3_4()	4.1.3.4. Итоги наглядно: "Класс - объект"	Отображение итоговых результатов распознавания в наглядной форме: отображаются пары: "Класс-объект"
53.	F4_1_3_5()	4.1.3.5. Подробно сжато: "Объекты - классы"	В подробной сжатой (числовой) форме приводится информация об уровне сходства всех объектов со всеми классами по двум интегральным критериям сходства: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний", а также о фактической принадлежности объекта к классу.
54.	F4_1_3_6()	4.1.3.6. Обобщ.форма по дос-тов.моделей при разных интегральных крит.	Отображаются обобщенные результаты измерения достоверности идентификации по всем моделям и интегральным критериям из БД: Dost_mod.DBF
55.	F4_1_3_7()	4.1.3.7. Обобщ.стат.анализ результатов идент. по моделям и инт.крит.	Отображаются результаты обобщенного стат.анализа достоверности идентификации по всем моделям и интегральным критериям из БД: VerModALL.dbf
56.	F4_1_3_8()	4.1.3.8. Стат.анализ результ. идент. по классам, моделям и инт.крит.	Отображаются результаты стат.анализа достоверности идентификации по всем классам, моделям и интегральным критериям из БД: VerModCls.dbf
57.	F4_1_3_9()	4.1.3.9. Распределения уровн.сходства при разных моделях и инт.крит.	Отображаются частотные распределения уровней сходства верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных объектов при разных моделях и интегральных критериях из БД: DostRasp.dbf
58.	F4_1_3_10()	4.1.3.10.Достоверность идент. классов при разных моделях и инт.крит.	Отображается достоверность идентификации объектов по классам при разных моделях (т.е. разных частных критериях) и при разных интегральных критериях из БД: Dost_cls.dbf
59.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.4. Пакетное распознавание в заданной группе моделей	Распознаются по очереди все объекты распознаваемой выборки в стат.модели или базе знаний, заданной текущей, в всех моделях заданной группы моделей
60.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.5. Докодирование сочетаний признаков в распознаваемой выборке	
61.		**4.1.6. Назначения объектов на классы (задача о назначениях)**	**Функционально-стоимостной анализ в управлении персоналом**
62.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.6.1. Задание ограничений на ресурсы по классам	
63.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.6.2. Ввод затрат на объекты	
64.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.6.3. Назначения объектов на классы (LC-алгоритм)	
65.	Ожидает переноса из DOS-версии системы	4.1.6.4. Сравнение эффективности LC и RND алгоритмов	

	Эйдос		
66.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.7. Интерактивная идентификация - последовательный анализ Вальда	
67.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.1.8. Мультираспознавание (пакетное распознавание во всех моделях)	При идентификации объекта распознаваемой выборки с каждым классом он сравнивается в той модели, в которой этот класс распознается наиболее достоверно, как в системе "Эйдос-астра"
68.		**4.2. Типология классов и принятие решений**	
69.	F4_2_1()	4.2.1. Информационные портреты классов	Решение обратной задачи прогнозирования: выработка управляющих решений. Если при прогнозировании на основе значений факторов оценивается в какое будущее состояние перейдет объект управления, то при решении обратной задачи, наоборот, по заданному целевому будущему состоянию объекта управления определяется такая система значений факторов, которая в наибольшей степени обуславливает переход в это состояние
70.		**4.2.2. Кластерный и конструктивный анализ классов**	
71.	F4_2_2_1()	4.2.2.1. Расчет матриц сходства, кластеров и конструктов	
72.	F4_2_2_2()	4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа	Состояния, соответствующие классам, расположенные около одного полюса конструкта, достижимы одновременно, т.к. имеют сходную систему детерминации, а находящиеся около противоположных полюсов конструкта являются альтернативными, т.е. одновременно недостижимы.
73.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.2.2.3. Агломеративная древовидная кластеризация классов	Кластеризация, путем объединения классов
74.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.2.2.4. Дивизивная древовидная кластеризация классов	
75.	F4_2_3()	4.2.3. Когнитивные диаграммы классов	Данный режим показывает в наглядной графической форме какими признаками сходны и какими отличаются друг от друга заданные классы
76.		**4.3. Типологический анализ признаков**	
77.	F4_3_1()	4.3.1. Информационные портреты признаков	Семантический (смысловой) портрет признака или значения фактора, т.е. количественная характеристика силы и направления его влияния на поведение объекта управления
78.		**4.3.2. Кластерный и конструктивный анализ признаков**	
79.	F4_3_2_1()	4.3.2.1. Расчет матриц сходства, кластеров и конструктов	
80.	F4_3_2_2()	4.3.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа	Признаки или градации факторов, расположенные около одного полюса конструкта, оказывают сходное влияние на объект управления, т.е. на его принадлежность к классам или его переход в состояния, соответствующие классам и могут быть заменены одни другими, а находящиеся около противоположных полюсов конструкта оказывают сильно отличающееся влияние на объект управления и не могут быть заменены одни другими.
81.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.3.2.3. Агломеративная древовидная кластеризация признаков	Кластеризация, путем объединения признаков
82.	F4_3_3()	4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков	Данный режим показывает в наглядной графической форме какими классами сходны и какими отличаются друг от друга заданные признаки
83.		**4.3.4. Восстановление значений функций по признакам аргумента**	
84.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.3.4.1. Восстановление значений и визуализация 1d-функций	
85.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.3.4.2. Восстановление значений и визуализация 2d-функций	
86.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.3.4.3. Преобразование 2d-матрицы в 1d-таблицу с признаками точек	
87.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.3.4.4. Объединение многих БД: Inp_0001.dbf и т.д. в Inp_data.dbf	
88.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.3.4.5. Помощь по подсистеме (требования к исходным данным)	
89.		**4.4. Исследование предметной области путем исследования ее модели**	

90.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.1. Оценка достоверности обучающей выборки	Выявление объектов с нарушенными корреляциями между классами и признаками. Выявление очень сходных друг с другом объектов обучающей выборки
91.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.2. Оценка достоверности распознаваемой выборки	Выявление очень сходных друг с другом объектов распознаваемой выборки
92.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.3. Измерение адекватности 3 стат.моделей и 7 моделей знаний, любой заданной или всех	
93.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.4. Измерение сходимости и устойчивости 10 моделей	
94.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.5. Зависимость достоверности моделей от объема обучающей выборки	
95.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.6. Измерение независимости классов и признаков (анализ хи-квадрат)	
96.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.7. Графические профили классов и признаков	
97.	F4_4_8()	4.4.8. Количественный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа	АСК-анализ обеспечивает построение SWOT-матрицы (модели) для заданного класса с указанием силы влияния способствующих и препятствующих факторов непосредственно на основе эмпирических данных и поэтому является инструментом автоматизированного количественного SWOT-анализа (прямая задача SWOT-анализа). Классы интерпретируются как целевые и нежелательные состояния фирмы, факторы делятся на внутренние, технологические, описывающие фирму, и внешние, характеризующие окружающую среду, а количество информации, содержащееся в значении фактора, рассматривается как сила и направление его влияния на переход фирмы в те или иные будущие состояния
98.	F4_4_9()	4.4.9. Количественный SWOT-анализ факторов средствами АСК-анализа	АСК-анализ обеспечивает построение количественной SWOT-матрицы (модели) для заданного значения фактора с указанием степени, в которой он способствует или препятствует переходу объекта управления в различные будущие состояния, соответствующие классам (обратная задача SWOT-анализа). Эта модель строится непосредственно на основе эмпирических данных и поэтому АСК-анализ может рассматриваться как инструмент автоматизированного количественного SWOT-анализа. Факторы делятся на внутренние, технологические, описывающие саму фирму, и внешние, характеризующие окружающую среду
99.	F4_4_10()	4.4.10.Графическое отображение нелокальных нейронов	
100.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.11.Отображение Парето-подмножеств нелокальной нейронной сети	
101.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	4.4.12.Классические и интегральные когнитивные карты	
102.	F4_5()	4.5. Визуализация когнитивных функций: текущее приложение, разные модели	В данном режиме осуществляется визуализация и запись когнитивных функций, созданных в текущем приложении на основе различных стат.моделей и моделей знаний
103.	F4_6()	4.6. Подготовка баз данных для визуализация когнитивных функций в Excel	Данный режим готовит базы данных для визуализации в MS Excel прямых и обратных, позитивных и негативных точечных и средневзвешенных редуцированных когнитивных функций, созданных на основе различных стат.моделей и моделей знаний
104.		**5. Сервис Конвертирование, печать и сохранение модели, пересоздание и переиндексация всех баз данных**	
105.	F5_1()	5.1. Конвертер приложения OLD => NEW	Преобразование модели из стандарта БД системы Эйдос-12.5 в стандарт Эйдос-X++. Для конвертирования старого приложения надо скопировать в папку: <OldAppls> файлы: Object.Dbf, Priz_Ob.Dbf, Priz_Per.Dbf, Priz_Per.Dbt, Obinfzag.Dbf, Obinfkpr.Dbf
106.	F5_2()	5.2. Конвертер приложения NEW => OLD	Преобразование модели из стандарта БД системы Эйдос-X++ в стандарт Эйдос-12.5 в папку OldAppls. Все файлы из этой папки надо скопировать в текущую папку системы "Эйдос-12.5", выполнить режимы 7.2 и 2.3.5
107.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	5.3. Конвертер всех PCX (BMP) в GIF	
108.	F5_4()	5.4. Конвер. результатов расп.для SigmaPlot	Конвертирует результаты распознавания, т.е. БД Rasp.dbf в параметрическую форму в стиле: "X, Y, Z", удобную для картографической визуализации в системе SigmaPlot. Это возможно, если предварительно были выполнены режимы 3.7.7 и 3.4(3.5.) и 4.1.2.

109.	F5_5()	5.5. Просмотр основных БД всех моделей	Обеспечивает просмотр и экспорт в Excel основных баз данных всех статистических моделей: Abs, Prc1, Prc2 и моделей знаний: Inf1~Prc1, Inf2~Prc2, Inf3-хи-квадрат, Inf4-roi~Prc1, Inf5-roi~Prc2, Inf6-Dp~Prc1, Inf7-Dp~Prc2
110.	F5_6(4,.T.,"5_6")	5.6. Выбрать модель и сделать ее текущей	Данная функция позволяет выбрать среди ранее рассчитанных в 3-й подсистеме статистических баз Abs, Prc1, Prc2 и моделей знаний INF#, текущую модель для решения в 4-й подсистеме задач идентификации, прогнозирования, приятия решений и исследования предметной области путем исследования ее модели
111.	F5_7()	5.7. Переиндексация всех баз данных	Заново создаются все необходимые для работы системы индексные массивы общесистемных баз данных (находящихся в папке с исполнимым модулем системы), а также баз данных текущего приложения, необходимые для работы с ним
112.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	5.8. Сохранение основных баз данных модели	
113.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	5.9. Восстановление модели из основных БД	
114.	F5_10()	5.10.Выгрузка исходных данных в "Inp_data"	Данный режим выполняет функцию, обратную универсальному программному интерфейсу с внешними базами данных 2.3.2.2(), т.е. не вводит исходные данные в систему, а наоборот, формирует на основе исходных данных файлы: Inp_data.dbf и Inp_data.txt, на основе которых в режиме 2.3.2.2() можно сформировать эту же модель
115.	F5_11()	5.11. Внешнее управление системой "Эйдос"	Данный режим обеспечивает управление системой "Эйдос" в реальном времени со стороны внешней программы путем задания ею последовательности функций системы "Эйдос" для исполнения (по сути программы, написанной на языке <Эйдос>) в специальной базе данных: "ExternalControl.dbf" и программного контроля их исполнения
116.	F5_12()	5.12. Пояснения по частн.и инт.крит.и лаб.работам	Пояснения по смыслу частных и интегральных критериев и описания лабораторных работ
117.		**6. О системе**	
118.	F6_1()	6.1. Информация о системе, разработчике и средствах разработки	
119.	F6_2()	6.2. Ссылки на патенты, документацию и текущую версию системы	Internet-ссылки на патенты, монографии, учебные пособия, научные статьи и самую новую (на текущий момент) версию системы "Эйдос-Х++, а также полный комплект документации на нее одним файлом"
120.	Ожидает переноса из DOS-версии системы Эйдос	6.3. Карта системы (дерево диалога)	
121.	F6_4()	6.4. Порядок обработки данных, информации и знаний в системе	Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе "Эйдос-Х++" с указанием имен баз данных
122.	F6_5()	6.5. Графическая заставка системы "Эйдос-12.5"	
123.	F6_6()	6.6. Roger Donnay, Professional Developer, Developer eXPress++	Roger Donnay, профессиональный разработчик программного обеспечения, разработчик высокоэффективной инструментальной системы программирования eXPress++, широко использованной при создании системы "Эйдос-Х++". Roger Donnay, Professional Developer, Developer eXPress++
124.	F6_7()	6.7. Логотипы мультимоделей	
125.	F6_8()	6.8. Свидетельство РосПатента РФ на систему "Эйдос-Х++"	
126.	**F7()**	**7. Выход**	**Закрыть все базы данных и корректно выйти из системы**

Необходимо отметить, что все эти режимы, за исключением подсистемы администрирования и диспетчера приложений, были реализованы в предыдущей версии системы “Эйдос» и системах окружения. Фрагмент дерева диалога системы «Эйдос-Х++» приведен на рисунке 127:

Рисунок 127. Фрагмент дерева диалога системы «Эйдос-Х++»

Приведенная структура меню не окончательная, т.к. система непрерывно развивается. Одним из наиболее существенных отличий системы Эйдос-Х++ от предыдущей версии системы «Эйдос» является то, что она обеспечивает *одновременную* работу с 3 статистическими моделями, которые есть и в статистических системах, а также с 7 моделями знаний[150], и позволяет во всех этих моделях решать задачи идентификации (прогнозирования), принятия решений и исследования предметной области с двумя интегральными критериями. При этом система Эйдос-Х++ оценивает эффективность применения различных частных и интегральных критериев для решения этих задач. Рассмотрим эти вопросы подробнее.

Управление – это достижение цели путем принятия и реализации решений об определенных действиях, способствующих достижению этой цели. Цели управления обычно заключаются в том, чтобы определенная система, которая называется объектом управления, находилась в определенном целевом (желаемом) состоянии или эволюционировала по определенному заранее известному или неизвестному сценарию. Действия, способствующие достижению цели, называются управляющими воздействиями. Решения об управляющих воздействиях принимаются управляющей системой. Управляющее воздействие вырабатывается управляющей системой на основе модели объекта управления и

[150] В предыдущей версии системы одновременно могла использоваться лишь одна модель знаний, а другие – если они выбраны в качестве текущей модели

информации обратной связи о его состоянии и условиях окружающей среды.

Автоматизированные и автоматические системы управления отличаются друг от друга степенью формализации модели объекта управления и степенью автоматизации процесса выработки решения об управляющем воздействии:

– считается, что в системах автоматического управления (САУ) процесс выработки управляющего воздействия полностью автоматизирован, т.е. оно принимается управляющей системой автоматически, без участия человека;

– в автоматизированных системах управления (АСУ) решение об управляющем воздействии принимается управляющей системой с участием человека в процессе их взаимодействия.

Однако, по мнению автора, методологически неверно представлять себе дело таким образом, как будто САУ принимают решение полностью самостоятельно, без какого-либо участия человека. Гораздо правильнее было бы сказать, что в случае САУ решение принимаемся человеком, который сконструировал и создал эти САУ и «заложил» в них определенные математические модели и реализующие их алгоритмы принятия решений, которые в процессе работы САУ просто используются на практике. Разве это не является участием человека? Следовательно, точнее было бы говорить не об участии или неучастии человека в принятии управляющих решений, а об его *участии в реальном времени* в случае АСУ и *отсроченном участии* в случае САУ.

Естественно, далеко не для всех видов объектов управления удается построить их достаточно полную адекватную математическую модель, являющуюся основой для принятия управляющих решений. В более-менее полной мере это удается сделать лишь для достаточно простых, в основном чисто технических систем, и именно для них удается построить САУ. Для технологических же систем, а также других систем, включающих не только техническую компоненту, но людей в качестве элементов, это удается сделать лишь в неполной мере, т.е. степень формализации управления такими системами ниже, чем в САУ. В этом случае в процессе выработки решения об управляющем воздействии остаются вообще неформализованные или слабо формализованные этапы, которые пока не поддаются автоматизации, и,

поэтому, решения об управляющем воздействии не удается принять на полностью формализованном уровне и тем самым полностью передать эту функцию системе управления. Этим и обусловлена необходимость включения человека непосредственно в цикл управления, что и приводит к созданию АСУ, в которых математические модели и алгоритмы используются не для принятия решений, а для создания человеку комфортных информационных условий, в которых он мог бы принимать решения на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Поэтому и говорят, что АСУ не принимают решений, а лишь поддерживают принятие решений. Еще сложнее поддаются математическому моделированию и формализации биологические и экологические, а также социально-экономические и психологические системы, включающие отдельных людей и их коллективы, т.е. сложные системы. Поэтому сложные системы обычно являются слабо формализованными и на этой их особенности практически основано их определение. Конечно, управление такими системами тоже осуществляется, но уже практически без использования математических моделей и компьютерных технологий, т.е. преимущественно на слабо формализованном интуитивном уровне на основе опыта и профессиональной компетенции экспертов и лиц, принимающих решения (ЛПР). При этом в соответствии с принципом Эшби управляемость сложных систем является неполной.

Таким образом, виды управления различными объектами управления можно классифицировать по степени формализации процесса принятия решений об управляющих воздействиях и, соответственно, по степени участия человека в этом процессе:

– САУ: автоматическое принятие решения без непосредственного участия человека в реальном времени;

– АСУ: поддержка принятия решений, т.е. создание комфортных информационных условий для принятия решений человеком в реальном времени;

– менеджмент: управление на слабо формализованном уровне практически без применения математических моделей.

Перспектива развития методов управления сложными системами, по мнению автора, состоит в повышении степени формализации процессов принятия решений при выборе вариантов управляющих воздействий. Однако на пути реализации этой пер-

спективы необходимо решить проблему разработки технологии, обеспечивающей создание формальной количественной модели сложного объекта управления на основе эмпирических данных о его поведении под действием различных факторов, модели, пригодной для решения задач прогнозирования и принятия решений.

В стационарных САУ и АСУ объект управления не изменяется качественно в процессе управления и, поэтому, его модель, созданная на этапе проектирования и создания системы управления не теряет адекватность и в процессе ее применения. Иначе обстоит дело в случае, когда объект управления изменяется качественно непосредственно в процессе управления, т.е. является динамичным. В этом случае модель объекта управления быстро теряет адекватность, как и управляющие воздействия, выработанные на ее основе. Реализация таких неадекватных управляющих воздействий приводит уже не к достижению цели управления, а к срыву управления. Поэтому проблема состоит не только в том, чтобы создать адекватную модель сложного объекта управления, но и в том, чтобы сохранить ее адекватность при существенном изменении этого объекта, т.е. при изменении характера взаимосвязей между воздействующими факторами и поведением объекта управления.

Это означает, что система управления сложными динамичными объектами должна быть интеллектуальной, т.к. именно системы этого класса позволяют проводить обучение, адаптацию или настройку модели объекта управления за счет накопления и анализа информации о поведении этого объекта при различных сочетаниях действующих на него факторов. Таким образом, решив первую проблему, т.е. разработав технологию создания модели сложного объекта управления, мы этим самым создаем основные предпосылки и для решения и второй проблемы, т.к. для этого достаточно применить эту технологию непосредственно в цикле управления.

Как показано в работе (7), непосредственно на основе матрицы сопряженности (абсолютных частот) или с использованием матрицы условных и безусловных процентных распределений с использованием количественных мер знаний в «качестве коэф-

фицентов преобразования»[151] можно получить 7 различных моделей знаний, приведенных в таблице 80:

Таблица 80 – Различные аналитические формы частных критериев знаний в системе «Эйдос-Х++»

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
INF1, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: Nj – суммарное количество признаков по j-му классу. Вероятность того, что если у объекта j-го класса обнаружен признак, то это i-й признак	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF2, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: Nj – суммарное количество объектов по j-му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j-го класса, то у него будет обнаружен i-й признак.	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF3, частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей[152]	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
INF7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

[151] Термин предложен проф.В.И.Лойко (2013)
[152] Предложен Макаревич Л.О.

Система «ЭйдосХ++» обеспечивает синтез и верификацию всех этих моделей знаний. При этом верификация (оценка достоверности) модели может осуществляться как с использованием всей обучающей выборки в качестве распознаваемой, так и с использованием различных ее подмножеств на основе бутстрепного подхода. Диалог режима синтеза модели и ее верификации приведен на рисунке 128:

Рисунок 128. Диалог режима синтеза модели и ее верификации в Системе «ЭйдосХ++»

Количественные значения коэффициентов Iij являются знаниями о том, что "объект перейдет в j-е состояние" если "на объект действует i-е значение фактора". Когда количество знаний Iij > 0 – i–й фактор способствует переходу объекта управления в j-е состояние, когда Iij < 0 – препятствует этому переходу, когда же Iij = 0 – никак не влияет на это. В векторе i-го фактора (строка матрицы знаний) отображается, какое количество знаний о переходе объекта управления в каждое из будущих состояний содержится в том факте, что данное значение фактора действует. В векторе j-го состояния класса (столбец матрицы знаний) отображается, какое количество знаний о переходе объекта управления в соответствующее состояние содержится в каждом из значений факторов, представленных в модели. Схема обработки данных и

их преобразования в информацию и знания в системе Эйдос-Х++ представлена на рисунке 129:

Рисунок 129. Схема обработки данных и их преобразования в информацию и знания в системе Эйдос-Х++

Все задачи идентификации, прогнозирования, приятия решений и исследования предметной области решаются в системе Эйдос-Х++ на основе моделей знаний, хотя для этого могут использоваться и статистические модели. Поэтому там, где возможности статистических систем заканчиваются, работа системы Эйдос-Х++ только начинается.

Таким образом, модель системы Эйдос-Х++ позволяет рассчитать какое количество знаний содержится в любом факте о наступлении любого события в любой предметной области, причем для этого не требуется повторности этих фактов. Если же эти повторности осуществляются и при этом наблюдается некоторая вариабельность значений факторов, обуславливающих наступление тех или иных событий, то модель обеспечивает многопара-

метрическую типизацию, т.е. синтез обобщенных образов классов или категорий наступающих событий с количественной оценкой силы и направления влияния на их наступление различных значений факторов. *Причем эти факторы могут быть различной природы (физические, экономические, социальные, психологические, организационные и другие), как количественными, так и качественными и измеряться в различных единицах измерения и обрабатываться в одной модели знаний сопоставимо друг с другом за счет того, что для любых значений факторов в модели оценивается количество знаний, которое в них содержится о наступлении событий, переходе объекта управления в определенные состояния или просто о его принадлежности к тем или иным классам.*

Рассмотрим поведение объекта управления при воздействии на него не одного, а целой системы значений факторов:

$$I_j = f(\vec{I}_{ij}). \qquad (1)$$

В теории принятия решений скалярная функция Ij векторного аргумента называется интегральным критерием. Основная проблема состоит в выборе такого аналитического вида функции интегрального критерия, который обеспечил бы эффективное решение задач, решаемых управляющей системой САУ и АСУ.

Учитывая, что частные критерии (таблица) имеют смысл количества знаний, а знания, как и информация, является аддитивной функцией, предлагается ввести интегральный критерий, как аддитивную функцию от частных критериев в виде:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i). \qquad (2)$$

В выражении (2) круглыми скобками обозначено скалярное произведение, т.е. свертка. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i, \qquad (3)$$

где:

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор j-го класса-состояния объекта управления;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния предметной области (объекта управления), включающий все виды факторов, характеризующих объект управления, возможные управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е. Li=n, если i-й признак встречается у объекта n раз.

Таким образом, предложенный интегральный критерий представляет собой суммарное количество знаний, содержащихся в системе значений факторов различной природы (т.е. факторах, характеризующих объект управления, управляющее воздействие и окружающую среду) о переходе объекта управления в то или иное будущее состояние.

В многокритериальной постановке задача прогнозирования состояния объекта управления, при оказании на него заданного многофакторного управляющего воздействия Ij, сводится к максимизации интегрального критерия:

$$j^* = \arg\max_{j \in J}((\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i)), \qquad (4)$$

т.е. к выбору такого состояния объекта управления, для которого интегральный критерий максимален.

Результат прогнозирования поведения объекта управления, описанного данной системой факторов, представляет собой список его возможных будущих состояний, в котором они расположены в порядке убывания суммарного количества знаний о переходе объекта управления в каждое из них.

Задача принятия решения о выборе наиболее эффективного управляющего воздействия является обратной задачей по отношению к задаче максимизации интегрального критерия (идентификации и прогнозирования), т.е. вместо того, чтобы по набору факторов прогнозировать будущее состояние объекта, наоборот, по заданному (целевому) состоянию объекта определяется такой набор факторов, который с наибольшей эффективностью перевел бы объект управления в это состояние.

Предлагается обобщение фундаментальной леммы Неймана-Пирсона, основанное на косвенном учете корреляций между знаниями в векторе состояний при использовании средних по векторам. Соответственно, вместо простой суммы количеств информации предлагается использовать корреляцию между векторами со-

стояния и объекта управления, которая количественно измеряет степень сходства этих векторов:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l A} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)\left(L_i - \bar{L}\right), \qquad (5)$$

где:

$\bar{I}_j$ – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$ – среднее по вектору идентифицируемой ситуации (объекта).

σ_j – среднеквадратичное отклонение информативностей вектора класса;

σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

Выражение (5) получается непосредственно из (3) после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями. Необходимо отметить, что выражение для интегрального критерия сходства (5) по своей математической форме является корреляцией двух векторов, координатами которых являются частные критерии знаний (поэтому в системе «Эйдос-Х++» этот интегральный критерий называется «Смысловой или семантический резонанс знаний», а критерий (3) – «Сумма знаний»).

Таким образом, в системе «Эйдос-Х++» возможна оценка достоверности 7 моделей знаний, а также 3 статистических моделей, с использованием двух интегральных критериев сходства конкретного образа идентифицируемого объекта с обобщенным образом класса:

- «Резонанс знаний».
- «Сумма знаний».

При этом система генерирует несколько различных форм по достоверности моделей с этими интегральными критериями:

1. Обобщающая форма по достоверности моделей при разных интегральных критериях.

2. Обобщающий статистический анализ результатов идентификации по моделям

3. Достоверность идентификации классов в различных моделях

4. Распределение уровней сходства верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов в различных моделях.

5. Детальный статистический анализ результатов идентификации в различных моделях по классам

Объем статьи не позволяет привести конкретные примеры этих форм, и здесь можно лишь отметить, что многочисленные численные эксперименты подтвердили возможность обоснованно выбрать на их основе наиболее достоверную модель в каждом конкретном случае. Это означает, что в системе «Эйдос-Х++» после синтеза модели мы имеем возможность не сразу применять ее для решения различных задач, а предварительно обосновано выбрать наиболее достоверную модель и уже затем использовать ее для решения конкретных задач.

Кроме того в системе «Эйдос-Х++» реализуется возможность идентификации объекта с каждым классом именно в той модели и с тем интегральным критерием, при которых была наиболее высокая достоверность идентификации. Этот алгоритм идентификации был впервые разработан и реализован совместно с А.П.Труневым в системе «Эйдос-астра» (5) и продемонстрировал повышение вероятности верной идентификации и верной не идентификации около 20%. С приведенными монографиями можно ознакомиться на сайте автора системы «Эйдос» [231].

Выводы. Система «Эйдос» за многие годы применения хорошо показала себя при проведении научных исследований в различных предметных областях и занятий по ряду научных дисциплин, связанных с искусственным интеллектом, представлениями знаний и управлению знаниями. Однако в процессе эксплуатации системы были выявлены и некоторые недостатки, ограничивающие перспективы применения системы. Создана качественно новая версия системы (система Эйдос-Х++), в которой преодолены ограничения и недостатки предыдущей версии и реализованы новые важные идеи по ее развитию и применению в качестве программного инструментария системно-когнитивного анализа (СК-анализ) [7].

Автор благодарен заведующему кафедрой компьютерных технологий и систем ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»Заслуженному деятелю науки РФ про-

фессору В.И.Лойко, проректора по науке профессору Ю.П.Федулову за созданную возможность разработки системы «Эйлрс-Х++», а Roger Donnay, профессиональному разработчику программного обеспечения, разработчику высокоэффективной инструментальной системы программирования eXPress++, широко использованной при создании системы "Эйдос-Х++" (Roger Donnay, Professional Developer, Developer eXPress++, Boise, Idaho USA, http://donnay-software.com), Clifford Wiernik (CPA/CNE, Senior IT Analyst, www.aquafinance.com cwiernik@aquafinance.com Tel: 800-234-3663 x1126, Fax: 715-848-1411, Aqua Finance, Inc, One Corporate Dr, Ste 300, Wausau WI 54401, USA) и всем участникам форума http://bb.donnay-software.com:8080/phpBB3/, оказывающим автору действенную и бескорыстную помощь в разработке.

5.2. Некоторые перспективы применения технологий АСК-анализа

В перспективе предложенные методология, технология и инструментальная программная система могут быть применены, в частности, в следующих областях:

1. В медицине для диагностики заболеваний по их симптоматике; сжатия диагностической информации, содержащейся в медицинской литературе и архивах историй болезни; проведения научных исследований по выявлению причинно–следственных зависимостей между применяемыми средствами (например, лекарственными) и методами лечения, с одной стороны, и лечебным эффектом, с другой на основе данных мониторинга.

2. В профессиональной диагностике и профориентации в учебных заведениях, на предприятиях в отделах кадров, в центрах занятости населения (на биржах труда и в службах трудоустройства). Для психосоциальной диагностики и анализа общественного мнения, компьютерной обработки и интерпретации результатов социологических исследований (public relations). Для тестирования предметной обычности учащихся и определения решаемости контрольных заданий.

3. Для выявления и прогнозирования "зон риска", в том числе в налоговых, финансовых и других контролирующих органах,

для криминалистической и психофизиологической идентификации личности. Для классификации и типологизации преступлений, формализации фабулы (почерка), нахождения аналогов преступлений, а также автоматизированного поиска ранее проведенных проверок, в которых были получены аналогичные результаты.

4. Для диагностики способностей, косвенного измерения уровня развития сознания, интеллектуальной и эмоциональной сферы, способностей к специальным видам деятельности, связанных с риском, высокой ответственностью, работой на высоте, под землей, под водой, с применением оружия, в экстремальных ситуациях, в измененном темпе времени и т.п. Для автоматизированного синтеза образа объекта по его фрагментам, полученным с помощью подсознательного информационного канала, в том числе при получении одной и той же информации многими людьми, ни один из которых в явной и целостной форме не осознает ее и не способен осуществить сознательный синтез целостного образа; для количественного сравнения и идентификации образов, полученных в результате дистанционной перцепции, ретрогниции и прекогниции, с образами – мишенями. Для синтеза образа объекта – мишени по его вербальным описаниям и количественного его сравнения с оригиналом при индивидуальном и коллективном подсознательном восприятии.

5. Для атрибуции анонимных и псевдонимных текстов, т.е. для установления вероятностного авторства текста, времени его написания, места рождения (воспитания) автора, тематической или иной принадлежности текста, по его незначительным, поврежденным, неполным и несвязанным фрагментам. В этом случае система распознавания работает как дескрипторная информационно-поисковая система с автоматическим формированием дескрипторов и поиску по нечеткому или некорректному запросу (на естественном языке, причем какой этот язык: русский, английский или какой-либо другой – роли не играет).

6. Для автоматической классификации, элементарных частиц, химических элементов и веществ по их составу или внешним признакам. Для вероятностной идентификации элементов в смесях и при неполном или некачественном их анализе с помощью химических тестов, спектральных методов, ядерно-магнитного

резонанса, для интерпретации результатов, полученных с помощью этих и других подобных методов физического и химического исследования.

7. Для формирования обобщенных образов различных видов недвижимости и сопоставления конкретных объектов с этими образами в целях оценки недвижимости (развитие метода сравнительных продаж). Для разработки и применения стандарта земель в земельном кадастре.

8. Для автоматической классификации сортов растений и пород животных по их внешним, анатомическим, физиологическим и другим признакам, а также на основе измерения генетического расстояния. Для изучения влияния генотипа на фенотип (в том числе расшифровка и содержательная интерпретация генома; выявление зависимости фенотипа от генотипа и окружающей среды; выявление генотипических инвариантов, т.е. ансамблей генов, поддерживающих один и тот же фенотипический признак при различных условиях окружающей среды (адаптивность генома, лимитирующие факторы)). Применение системной теории информации в генетике.

9. Для прогнозирования характеристик месторождений полезных ископаемых (углеводородного сырья и др.) и самих ископаемых по внешним сопутствующим признакам в том числе и установленным с помощью биолокации. Для интерпретации данных аппаратной геофизической разведки.

10. Для долгосрочного и оперативного прогнозирования изменений погодных факторов, для регионов, для которых известны суточные значения этих факторов за достаточный период времени.

11. Для выявления влияния любых технологических приемов и условий на качество и количество хозяйственных результатов. Для анализа и прогнозирования ситуаций на сельскохозяйственном секторе натурального и фондового рынка: ценовой мониторинг и прогнозирование цен и объемов продаж продукции растениеводства, птицеводства и животноводства, а также ценных бумаг; макроэкономический анализ.

12. Косвенная профессиональная идентификация, прогнозирование успешности работы и совместимости сотрудников службы безопасности, других служб банка (при этом выявляются со-

трудники – "опора фирмы" и "зоны риска"). Прогнозирование остатков и движения средств на счетах филиалов банка и на счетах клиентов. Прогнозирование развития фондового рынка, других сегментов рынка. Косвенная оценка рисков страхования, кредитования, инвестирования, бизнеса, других форм взаимодействия юридических и физических лиц. Косвенная профессиональная идентификация, прогнозирование успешности работы и совместимости сотрудников различных служб фонда (при этом выявляются сотрудники – "опора фирмы", а также "зоны риска"). Косвенная профессиональная идентификация и прогнозирование успешности работы клиентов фонда по распределяемым профессиям и специальностям.

13. Прогнозирование развития рынка труда и уровня безработицы, других сегментов рынка.

14. Для решения задач распознавания объектов и их состояний по признакам, в том числе и при неполном или искаженном описании. Для изучения динамики и территориальных зависимостей обобщенных образов классов распознавания. Для выявления и исследования причинно – следственных связей между событиями (признаками, технологией, составом) и их следствиями (объектами, состояниями, свойствами, эффективностью) и др.

5.3. Развитие АСК-анализа с применением теории нечетких множеств и неклассической логики

Весьма перспективным является развитие результатов, полученных в данном исследовании, с применением аппарата нечетких множеств Заде-Коско и основанной на этом аппарате нечеткой логики (которую иногда более удачно называют непрерывной или континуальной, в отличие от дискретной бинарной Аристотелевской логики или дискретной многозначной логики).

Эта перспектива основана на том, что матрицу информативностей вполне можно рассматривать как обобщенную (в смысле нечеткой логики) таблицу решений, в которой входы (факторы) и выходы (будущие состояния АОУ) связаны друг с другом не с помощью классических (Аристотелевских) импликаций-продукций, принимающих только значения: "Итина" и "Ложь", а **различными значениями истинности, выраженными в битах**

и принимающими значения от положительного ***теоретически-максимально-возможного*** ("Максимальная степень истинности"), до теоретически ***неограниченного*** отрицательного ("Степень ложности").

Фактически это означает, что предложенная модель АСК-анализа позволяет осуществить синтез обобщенных таблиц решений для различных предметных областей **непосредственно на основе неполных и зашумленных эмпирических исходных данных большой размерности** и продуцировать на их основе *огромное количество* прямых и обратных правдоподобных (нечетких) логических рассуждений по неклассическим схемам **с различными расчетными значениями истинности**, являющимся обобщением классических импликаций. Некоторые примеры подобных рассуждений приведены в таблице 81:

Таблица 81 – Прямые и обратные правдоподобные логические высказывания с расчетной (в соответствии с СТИ) степенью истинности импликаций

	Прямые высказывания:	Обратные высказывания
1	***если A, то B*** (если действует фактор A, то мы предполагаем с степенью истинности I_{AB}, что АОУ перейдет в состояние B)	***если B, то A*** (если АОУ перешел в состояние B, то мы предполагаем с степенью истинности I_{AB}, что действовал фактор A)
2	***если A_1 и A_2 … и A_M, то B*** (прогноз влияния системы факторов на поведение АОУ. Степень истинности обобщающей (итоговой) импликации равна алгебраической сумме истинностей составляющих ее элементарных импликаций вида: "если A то B")	***если B, то A_1 и A_2 … и A_M*** (информационный портрет класса B, т.е. влияние различных факторов A_i на переход АОУ в будущее состояние B, решение обратной задачи прогнозирования, т.е. выработка управления)
3	***если A, то B_1 или B_2 … или B_W*** (семантический портрет фактора A, т.е. его влияние на переход АОУ в различные состояния)	
4	***если A_1 и A_2 … и A_M, то B_1 или B_2 … или B_W*** (прогноз влияния системы факторов на переход АОУ в различные состояния)	

При этом в прямых рассуждениях как предпосылки рассматриваются факторы, а как заключение – будущие состояния АОУ, а в обратных – наоборот: как предпосылки – будущие состояния АОУ, а как заключение – факторы. Степень истинности i-й предпосылки – это просто количество информации I_{ij}, содержащейся в ней о наступлении j-го будущего состояния АОУ. Ес-

ли предпосылок несколько, то степень истинности наступления j-го состояния АОУ равна суммарному количеству информации, содержащемуся в них об этом. Количество информации в i-м факторе о наступлении j-го состояния АОУ, рассчитывается в соответствии с выражением (3.28) СТИ.

Прямые правдоподобные логические рассуждения позволяют прогнозировать степень достоверности наступления события по действующим факторам, а обратные – по заданному состоянию восстановить степень необходимости и степень нежелательности каждого фактора для наступления этого состояния, т.е. принимать решение по выбору управляющих воздействий на АОУ, оптимальных для перевода его в заданное целевое состояние.

Число вариантов подобных логических формул определяется по сути дела произведением числа сочетаний предпосылок на число сочетаний заключений. Однако, реально из этих формул имеет смысл использовать только *полные*, т.е. включающие все заданные предпосылки или все заданные заключения. В простейшем случае заданными могут считаться все предпосылки, или предпосылки, соответствующие факторам определенной группы, и т.д. Для развития этого направления, по-видимому, целесообразно задействовать логику предикатов.

Необходимо также отметить, что предложенная модель, основывающаяся на теории информации, обеспечивает **автоматизированное формирования системы нечетких правил по содержимому входных данных,** как и комбинация нечеткой логики Заде-Коско с нейронными сетями Кохонена. Принципиально важно, что качественное изменение модели путем добавления в нее новых классов не уменьшает достоверности распознавания уже сформированных классов. Кроме того, при сравнении распознаваемого объекта с каждым классом учитываются не только признаки, имеющиеся у объекта, но и отсутствующие у него, поэтому предложенной моделью правильно идентифицируются объекты, признаки которых образуют множества, одно из которых является подмножеством другого (как и в Неокогнитроне К.Фукушимы).

5.4. Динамика взаимодействующих семантических пространств и создание континуального АСК-анализа

Следующим чрезвычайно перспективным направлением развития полученных в данном исследовании результатов представляется развитие теории динамики взаимодействующих семантических пространств классов и атрибутов. С этой целью для семантических пространств и объектов в этих пространствах, т.е. векторов классов и факторов, на основе понятия "информация" предлагается определить понятия, являющиеся аналогами понятий геометрии, кинематики и динамики: это метрика, система отсчета, скорость и ускорение, путь, масса, сила, импульс и энергия, закон (в частности законы сохранения), и т.д. Предлагается получить соответствующие аналитические выражения и дать их содержательную интерпретацию и способы численного расчета.

Высказывается гипотеза, состоящая в том, что *физическая картина мира (и не только физическая) является не более чем подмножеством некоторой информационной модели, в какой-то мере аналогичной той, которая предложена в данном исследовании*. Это позволяет подойти к исследованию природы реальности с пониманием того, что ***в действительности мы исследуем не реальность, а лишь содержательные информационные модели этой реальности, основанные на нашем ограниченном опыте***. Например, если прогноз поведения системы, сделанный на основании некоторой модели, адекватен, то мы получаем информацию об адекватности модели, если же нет – то новую информацию о системе, не отраженную в модели. Вторая ситуация возможна при исследовании систем после прохождения ими точки бифуркации и систем, качественно отличающихся от описываемых моделью. Учет этой новой информации в модели повышает ее адекватность и качественно расширяет область адекватного применения модели. Таким образом, ***количество информации о системе, полученное в процесс познания, можно измерять по степени модификации модели системы при учете в ней этой информации и приведении модели в адекватное состояние (аналогично, количество информации, записанное в структуре предмета труда, можно измерять по степени его модифика-***

ции). При учете в модели незначительного количества информации происходит ее адаптация, а при учете значительного количества – синтез. Учет в теории информации эффектов системного взаимодействия альтернативных состояний (явление интерференции последствий выбора квантовых и активных объектов) приводит к обобщению понятия "информация" в рамках системной теории информации, один из вариантов которой предложен в данной работе. Подобные идеи в свое время привели к возникновению специальной теории относительности (учет свойств релятивистских свойств объектов), квантовой механики (учет квантовых свойств объектов) и нейролингвистического (НЛП) программирования. В принципе философы знали это всегда (правда не всегда признавали), *но предложенный в данном исследовании подход позволяет перейти в этой области от умозрительных рассуждений к* ***строгим*** *расчетам*, и это соответствует внутренней логике развития науки, которую здесь неуместно рассматривать подробнее.

Придание модели онтологического статуса (гипостазирование) – ошибка которая часто совершается (после этого начинают считать, что как в модели, "так все и есть в действительности". Например, придание онтологического статуса объектам – дело решенное для материалистов, но для последователей остальных философских направлений этот вопрос остается открытым. Если объективное существование объектов мало у кого вызывает сомнение, то вопрос об объективном существовании интегративных структур 2-го и более высоких порядков остается открытым. Но что это за структуры? В предложенной когнитивной концепции, кластер, например, представляет собой своего рода "объект, состоящий из объектов", т.е. объект 2-го порядка. Если объект выполняет интегративную функцию по отношению к атрибутам, то кластер – по отношению к объектам. Необходимо подчеркнуть, что термин "класс" используется не только для обозначения образов уникальных объектов, но и для обозначения их кластеров, т.е. *классу может соответствовать не уникальное, а обобщающее имя, в этом случае мы имеем дело с обобщенным классом*. Да и кластеры могут быть не только кластерами уникальных объектов, но и обобщенных классов.

Возникает вопрос об онтологическом статусе понятия "кластер". В некоторых философских системах подобным объектам приписывался даже более высокий статус существования, чем самим объектам, например обычные объекты рассматриваются лишь как "тени" "Эйдосов" (Платон). Известны и другие понятия для обозначения объектов высоких порядков, например "архетип" (Юм), "эгрегор" (Андреев) и др. Нельзя не отметить, что в современной физике (специальной и общей теории относительности) есть подобное понятие пространственно-временного интервала, который проявляется на практике как *движение* объекта. Являясь объектами 2-го порядка сами кластеры в результате выполнения когнитивной операции "генерация конструктов" могут быть классифицированы по степени сходства друг с другом. Для обозначения системы двух противоположных кластеров, с "спектром" промежуточных кластеров между ними, будем использовать термин "*бинарный конструкт*", при этом сами противоположные кластеры будем называть "*полюса бинарного конструкта*". Таким образом, конструкт представляет собой объект 3-го порядка. Словом "бинарный" определяется, что в данном случае полюсов у конструкта всего два, но этим самым подчеркивается, что в принципе их может быть 3, 4 и больше. Бинарный конструкт можно формально представить в виде порядковой шкалы или даже шкалы отношений, на которой градациям соответствуют кластеры, а значит и сами классы, и соответствующие объекты. Конструкты с количеством полюсов больше 2 могут быть представлены графически в форме семантических сетей в которых полюса являются вершинами, а дуги имеют цвет и толщину, соответствующие степени сходства-различия этих вершин. Семантические сети можно считать также просто графической формой представления результатов кластерного анализа. По-видимому, статус существования структуры реальности, отображаемой некоторой когнитивной структурой определенного уровня интеграптивности тем выше, чем выше этот уровень интегративности, т.е. наивысшим статусом существования обладает мир-в-целом.

Аналогично кластерам и конструктам классов формируются кластеры и конструкты атрибутов. В кластеры объединяются атрибуты, имеющие наиболее сходный смысл. В качестве полюсов

конструктов выступают кластеры атрибутов, противоположных по смыслу.

Бинарные конструкты классов и атрибутов представляет собой когнитивные структуры, играющие огромную роль в процессах познания. Не будет преувеличением сказать, что познание представляет собой процесс генерации, совершенствования и применения конструктов. Будем считать, что конструкт тем более совершенен и тем выше его качество, чем сильнее отличаются его полюса, т.е. чем больше диапазон его области значений.

Однако, возникает вполне закономерный вопрос о том, по какой причине в мышлении современного человека при обычных формах сознания используются лишь **бинарные** конструкты, причем, как правило, при их использовании редко кто вспоминает про нечеткую логику Заде, т.е. на практике промежуточные между полюсами значения вообще не рассматриваются. Представляется весьма перспективным исследовать и формализовать законы мышления, характерные для измененных (прежде всего, высших) форм сознания, разработать теорию конструктов с большим чем два дискретным количеством полюсов (многозначные конструкты), а также теорию конструктов с любым иррациональным количеством полюсов. Таким образом, будущим исследователям и разработчикам возможно предстоит обобщить предложенную в данном исследовании когнитивную концепцию и разработать на ее основе более общие математические модели "многозначного а затем и континуального АСК-анализа", в рамках которых предложенная модель получит статус частного случая – "бинарного АСК-анализа". Возможно в рамках континуального АСК-анализа удастся обнаружить новые базовые когнитивные операции и интегративные когнитивные структуры более высоких порядков, чем в предложенной когнитивной концепции и построить их математические модели.

5.5. Интеллекутальная адаптивная система управления состоянием пациента

При разработке методики необходимо провести следующие работы [4]:

1. Поставить цели методики и разработать в соответствии с ними перечень прогнозируемых и целевых состояний больного, переход в которые рассматривается как результат воздействия на больного с помощью определенных медицинских технологий (специфических и неспецифических лечебных факторов).

2. Разработать формализованный паспорт больного, позволяющий описать в пригодной для компьютерной обработки форме его социальную и медицинскую историю, актуальное состояние (социальный статус, анамнез, симптоматика, лабораторные исследования и др.), лечебные воздействия и их результат. Формализованный паспорт состоит из трех основных частей: первая содержит шкалы, описывающие не зависящие от лечащего врача факторы, вторая часть содержит факторы, зависящие от решения лечащего врача, которые можно рассматривать как средство достижения желаемых лечебных результатов, и третья – содержит классификацию самих прогнозируемых и целевых лечебных результатов.

3. Часть некомпьютеризированного архива по историям болезни, принадлежащего базовому лечебному учреждению, будет представлена в виде формализованных паспортов и введена в систему “Эйдос” в качестве примеров того, к каким лечебным результатам фактически приводят те или иные лечебные воздействия на больных, имеющих определенную предысторию и определенное актуальное состояние.

4. Система “Эйдос” на основе предъявленных реальных примеров лечения выявит взаимосвязи между предысторией больного, актуальной клинической картиной, применяемыми медицинскими технологиями (лечебными факторами) и полученными лечебными результатами и сформирует так называемые информационные портреты по каждому результату. Информационный портрет лечебного результата представляет собой перечень различных характеристик больного и его бытового и профессионального окружения, а также лечебных факторов с количественным указанием того, какое влияние каждый из них оказывает на осуществление данного результата.

5. Для каждой из характеристик больного, каждого лечебного фактора будет на основе обработки примеров лечения автоматически (то есть самой системой “Эйдос”) количественно опре-

делено, какое влияние по величине и направлению он оказывает на осуществление каждого лечебного результата.

6. Система сравнит различные лечебные результаты и сформирует группы наиболее сходных из них (кластеры), а также определит какие кластеры наиболее сильно отличаются друг от друга (конструкты). При этом будут выявлены не только уже известные специалистам конструкты, но могут быть обнаружены и новые, ранее неизвестные.

7. Аналогично и технологические факторы будут сгруппированы в кластеры и конструкты, так, например, будет выявлено, что некоторые различные по своей физической природе специфические и неспецифические лечебные факторы оказывают сходное влияние на лечебные результаты.

8. После выполнения данных работ будет проверена способность системы правильно прогнозировать лечебные результаты на массиве уже введенных формализованных паспортов, то есть будет определена внутренняя интегральная и дифференциальная валидность методики. Если она окажется достаточно высокой, то методику можно будет рекомендовать для опытно-экспериментального практического применения. В то же время, по-видимому, будут выявлены и слабодетерминированные лечебные результаты, которых наиболее сложно добиваться и достоверно прогнозировать.

Таким образом, данная методика позволит решить следующие две основные задачи:

1. Прогнозирование, какие лечебные результаты наиболее вероятны (а какие практически невозможны) при данной предыстории, с данной актуальной клинической картиной, а также имеющимися в распоряжении медицинскими технологиями.

2. Консультирование, какие предыстория, клиническая картина и лечебные воздействия должны быть, чтобы можно было рассчитывать с определенной уверенностью на заданный лечебный эффект.

Система сама оценивает степень достоверности своих прогнозов и рекомендаций, т.е. она не просто дает рекомендацию, но и количественно оценивает степень надежности этой рекомендации.

Кроме того система дает характеристику каждого технологического приема (то есть говорит, “на что он работает”), а также выдает рекомендации по замене желательных технологических приемов, но очень дорогих или труднодоступных, другими, более дешевыми и которые есть в распоряжении, и, при этом, имеют сходное влияние на лечебные результаты.

Таким образом, данная методика позволяет “просматривать” различные варианты технологии, прогнозировать последствия применения различных технологических приемов, и, на этой основе, вырабатывать научно обоснованные рекомендации по выбору квазиоптимальной для поставленных целей лечебной технологии.

Данная методика:

1. Может эксплуатироваться в адаптивном режиме: то есть квалифицированный пользователь может увеличивать базу примеров, расширять перечень прогнозируемых (идентифицируемых) лечебных ситуаций ситуаций, увеличивать количество факторов в формализованном паспорте или контролируемо уменьшать размерность описания без потери качества.

2. Позволяет использовать любое количество шкал для классификации и описании прогнозируемых и целевых лечебных результатов, причем в разных шкалах может быть различное количество градаций (ограничение на их суммарное количество накладывается только характеристиками компьютера).

3. Сама выявляет зависимости на основе примеров лечения, взятых из реальной практики, и не требует от эксперта формализованного описания этих зависимостей (продукций), как в ряде экспертных систем.

5.6. Некоторые перспективы применения системы «Эйдос» в психологии

В данном исследовании не ставится задача подробно раскрывать возможности применения АСК-анализа в психологии. Отметим лишь, что эти возможности довольно развитые и включают такие направления, как: разработка оптимальных адаптивных тестов и профессиограмм (в том числе реализация тестов с известными ключами без какого-либо программирования, инте-

грация известных тестов в супертесты без программирования и опросов респондентов и т.д.); комплексное психологическое тестирование и прогнозирование (в том числе возможности применения системы окружения "Эйдос-Ψ"); управление персоналом; транспортная психология; когнитивная психология; компьютерные Ψ–технологии и т.д. Подробнее эти вопросы освещены в работе [7] и ряде других работ автора с соавторами: [3-203].

Разработка оптимальных адаптивных тестов и профессиограмм

Актуальность

Сама жизнь ставит перед нами следующие непростые вопросы: пригоден ли вообще данный абитуриент для учебы в вузе? Если он пригоден, то по какой специальности в перспективе он сможет проявить себя наилучшим образом? Как показывает практика, каждая ошибка в ответах на эти вопросы очень дорого обходится как личности, так и государству, поэтому разработка перспективных технологий заблаговременного получения максимально точных ответов на эти вопросы является весьма актуальной.

Отсюда следует проблема № 1: разработать профессиограммы по базовым специальностям данного вуза. Отметим, что в настоящее время они не разработаны, более того, работы в этом направлении не ведутся. Профессиограммой называется перечень психофизиологических и других свойств и качеств личности, с **количественным** указанием степени их необходимости для успешного выполнения определенных учебных и профессиональных задач.

Но даже если бы эти профессиограммы уже существовали, то возникла бы проблема № 2, т.е. проблема разработки и внедрения способа практического применения этих профессиограмм.

Проблема № 3 состоит в том, что со временем профессиограммы теряют адекватность вследствие изменения закономерностей в предметной области. Следовательно, необходима их периодическая адаптация и локализация.

Предлагаемый подход

Разработка профессиограмм – это длительный, трудоемкий процесс весьма значительной сложности и наукоемкости. В целом

этот процесс в настоящее время не формализован и практически не оснащен адекватным техническим и методическим инструментарием. Осуществляется он, как правило, на основе экспертных оценок или путем применения значительного количества нелокализованных по месту и времени применения тестов зарубежного производства, не адаптированных для тех целей, которые ставятся перед разработчиками профессиограмм.

Проблема № 2 возникает редко, так как у практических психологов обычно просто нет профессиограмм. Но даже если они есть, то, как правило, решение принимается психологами на неформальном уровне: на основе личного опыта и интуиции, так как у них в распоряжении редко есть способы количественно сравнить респондента с профессиограммами.

Автор предлагает конкретные, успешно апробированные методики и интеллектуальные компьютерные технологии решения сформулированных выше проблем, воплощенные в инструментальной программной системе "Эйдос" и системах окружения. Кратко, суть этих методик и технологий заключается в следующем: проектируется представительная по количеству респондентов выборка; респонденты тестируются с применением батареи стандартных тестов с помощью системы обработки данных комплексного психологического тестирования "Эйдос"; система "Эйдос" позволяет провести предварительный анализ данных; классификаторы и результаты тестирования экспортируются в когнитивную аналитическую систему "Эйдос" для дальнейшей интеллектуальной обработки.

Результаты и перспективы

Когнитивная аналитическая система "Эйдос" обеспечивает: автоматическое взвешивание или ремонт исходных данных, т.е. выборку из массива респондентов такого подмножества, которое в наибольшей степени соответствует заданной генеральной совокупности (обеспечение структурной репрезентативности обучающей выборки); формирование обобщенных образов исследуемых профессиональных категорий респондентов, т.е. автоматизированную разработку профессиограмм; определение вклада психологических свойств, измеряемых с помощью стандартных тестов, в различие профессиограмм; исключение тех психологических свойств, которые вносят наименьший вклад в различие про-

фессиограмм (абстрагирование); вывод сформированных профессиограмм и профилей психологических качеств в удобной для восприятия и анализа текстовой и графической форме; сравнение индивидуальных интегральных образов респондентов с профессиограммами и определение спектра профессиональных предпочтений для данного респондента; сравнение профессиограмм (и профилей психологических качеств) друг с другом, формирование кластеров и конструктов, автоматическое построение семантических сетей классов и признаков; содержательное сравнение профессиограмм (и профилей психологических качеств) друг с другом, автоматическое построение когнитивных диаграмм, в том числе стандартных и инвертированных (термин авт.) диаграмм В.С.Мерлина;

– расчет частотных распределений профессиограмм и психологических, а также двумерных матриц сопряженности на основе критерия χ^2 и коэффициентов Пирсона, Чупрова и Крамера.

Адаптивность обеспечивается тем, что связь с тестируемыми не прерывается, и когда становится известным, оправдались или не оправдались прогнозы, сделанные по ним, или изменяется экспертная оценка респондентов обучающей выборки, то эта информация вводится в систему и решающие правила переформировываются с учетом этого.

В качестве примера успешного применения на практике предложенной технологии можно привести ряд исследований.

Комплексное психологическое тестирование и прогнозирование

Актуальность

Первая группа проблем связана с необходимостью получения комплексной картины предметной области с помощью узкоориентированного, т.е. специализированного психометрического инструментария.

В настоящее время психологи–практики все чаще обращаются к комплексному психологическому тестированию. Основная причина этого очевидна: каждый из стандартных психологических тестов или опросников позволяют исследовать лишь какой–либо один из уровней или аспектов личности, или достаточно узкий их спектр, тогда как основной интерес представляет именно получе-

ние и исследование целостной картины, которая определяется характером взаимосвязей разноуровневых свойств личности.

Например, самоактуализационный тест (САТ) измеряет прежде всего социально–обусловленные качества респондентов, тогда как опросник 16 PF Р.Б.Кеттелла – конституционные психические качества, детерминируемые более фундаментальными и устойчивыми генотипическими факторами.

На определяющую роль изучения межуровневых взаимосвязей индивидуальных, психодинамических и социально–психологических свойств личности для интегрального исследования индивидуальности указывал В.С.Мерлин.

Вторая группа проблем, связана с тем, что практически все стандартные психодиагностические тесты, опросники и процедуры (далее: "тесты") обладают целым рядом принципиальных недостатков, ограничивающих их корректное и методологически оправданное применение: эти тесты разработаны и нормированы на выборке разработчика, а должны применяться на выборке пользователя (которые, вообще говоря, относятся к разным генеральным совокупностям и не являются взаимно–репрезентативными); они созданы для одних целей, а используются не совсем для тех или совсем не для тех целей.

Предлагаемый подход

На первый взгляд кажется, что проблема № 1 решается адаптацией тестов, однако это не совсем так. Дело в том, что необходимо еще подтвердить специальным исследованием, что адаптированный, например, С.Петербургской психологической школой (в частности, известной фирмой "Иматон") тест применим на Кубани, т.е. учитывает Южно–Российскую региональную специфику.

По мнению автора, *адаптировать тесты необходимо на репрезентативной выборке, представляющей ту генеральную совокупность, на которой они будут применяться*. Иначе даже "адаптированные" где–то и для кого–то тесты не будут учитывать региональной специфики, в которой работают конкретные пользователи, и практически ничем не будут отличаться в этом отношении от "неадаптированных".

Но даже у тестов, учитывающих региональную специфику (локализованных), из–за динамичности предметной области со

временем уменьшается надежность и валидность. Поэтому необходима периодическая адаптация тестов к изменившимся условиям, а лучше – работа тестов в адаптивном режиме. На сегодняшний день, по литературным данным, известна лишь одна система, обеспечивающая не только автоматизированную разработку, но и эксплуатацию тестов в адаптивном режиме – это система "Эйдос".

Известно, что работы по адаптации тестов являются весьма трудоемкими и наукоемкими, а также сложными в организационно–юридическом отношении, поэтому в настоящее время в России научные центры, способные решать эти задачи, можно буквально пересчитать по пальцам одной руки. Очевидно, мощности этих центров не обеспечивают потребностей регионов в стандартизированном психометрическом инструментарии.

Из этих предпосылок часто делается вывод о том, что необходимо дать психологам технологию создания и адаптации тестов, чтобы они сами на местах могли решать эту проблему. Однако в настоящее время этот вывод представляется автору необоснованным, несмотря на то, что ранее и он придерживался этой точки зрения. Дело в том, что дать психологу подобный инструмент – это все равно, что дать рядовому бухгалтеру систему программирования Turbo C++ for Windows9X и предложить ему, чтобы он сам создал, а затем модернизировал такую систему бухучета, которая отражала бы специфику его предприятия. Однако рядовой бухгалтер не имеет для решения этой задачи ни сил, ни времени, ни соответствующей квалификации, да это и не входит в его должностные обязанности. Также и рядовой психолог не сможет, да и не должен заниматься выработкой своего инструментария. Этот инструментарий, причем стандартный и сертифицированный, ему должен быть предоставлен.

Но если предположить, что психологи все же займутся не своим прямым делом, а разработкой инструментария, и что у них это получится, то это будет означать одновременно конец какой–либо сопоставимости в их исследованиях, так как каждый будет пользоваться своим собственным инструментарием. По сути мы сталкиваемся в этой ситуации с метрологической проблемой. И мы знаем, что существуют центры и лаборатории стандартизации и метрологии, которые занимаются поверкой и, если надо, на-

стройкой измерительных приборов. Опыт метрологических служб является весьма ценным в нашем случае и им целесообразно воспользоваться.

Следовательно, весьма актуальным является создание региональных ведомственных и межведомственных психологических центров, которые могли бы решать задачу оснащения практических психологов в своих регионах новыми, адаптированными и сопоставимыми психометрическими методиками.

Проблема нецелевого применения тестов, по мнению автора, является даже еще более острой, чем проблема их неадекватности. Вызывает по меньшей мере удивление, с какой легкостью "специалисты" некоторых частных фирм, изучив всего лишь одно, отдельно взятое психологическое свойство, например, "общительность", выносят рекомендации о том, может ли данный кандидат быть, например, бухгалтером-кассиром, сотрудником службы безопасности или инкассатором банка. Спрашивается, зачем банку нужен общительный бухгалтер? Однако отсутствие элементарной методологической корректности применения тестов характерно не только для коммерческих фирм, живущих за счет рекламы, вводящей в заблуждение.

Конечно, ясно, что результаты тестирования с помощью этих тестов каким–то образом связаны с успешностью или неуспешностью профессиональной деятельности на различных должностях. Но ведь вопрос как раз и заключается в том, что эта взаимосвязь еще никем не исследовалась и фактически никому не известна. А ведь на пути к практическому применению этих знаний необходимо еще создать соответствующий инструментарий, апробировать его, сертифицировать и стандартизировать как пригодный для решения данных конкретных задач. Забегая вперед, отметим, что инструментарий и методика для создания двухступенчатого теста на базе тестов Кеттела и Люшера (а также других) имеются: базовая когнитивная система *"Эйдос"* и система обработки данных комплексного психологического тестирования *"Эйдос–Ψ"*.

Результаты и перспективы

1. Для проведения исследований интегральной индивидуальности на современном технологическом уровне необходимо применение соответствующих автоматизированных систем, реа-

лизующих адекватные данной задаче методологические концепции и математические модели. Задача создания и применения подобных систем является весьма актуальной.

2. Актуальной является задача создания научно–методического психологического Центра, способного решать как задачи разработки новых сопоставимых психометрических методик специального назначения, так и адаптации уже имеющихся и практически использующихся для психологических служб края. Все практически применяемые психометрические методики должны пройти сертификацию и стандартизацию в Центре. Выводы и рекомендации, которые даются на основе применения не сертифицированных и не стандартизированных Центром методик должны быть признаны научно–методически не обоснованными и юридически ничтожными. В перспективе этот Центр мог бы выполнять функции регионального ведомственного психологического центра.

Управление персоналом

Актуальность

Данный вид работ проводится с целью обеспечения оптимального подбора и расстановки руководящих, административных и профессорско-преподавательских кадров с учетом профессиональной компетентности и индивидуальных психологических свойств и качеств, а также психологической совместимости в коллективах.

Предлагаемый подход

Для достижения цели данного вида работ, создается и внедряется адаптивная автоматизированная система управления персоналом Кубанского государственного технологического университета (ААСУ "Персонал"), входящая в адаптивную автоматизированную систему управления университетом в качестве подсистемы.

В процессе создания системы выполняются следующие работы:

1. Разрабатывается концепция и стратегия управления персоналом Кубанского государственного технологического университета:

2. Определяются принципы и методы построения ААСУ "Персонал".

3. Выполняется разработка ААСУ "Персонал":

– конкретизируются цели и задачи системы, выполняется функциональное проектирование;

– разрабатывается математическое обеспечение АСУ "Персонал";

– разрабатываются алгоритмы и структура баз данных системы;

– разрабатывается программное, информационное, техническое, а также кадровое, делопроизводственное, организационное, юридическое, нормативное, научное, методическое, этическое обеспечение системы.

Результаты и перспективы

В результате в практику работы университета внедряется адаптивная система управления персоналом, обеспечивающая:

– разработку, адаптацию и применение профессиограмм, адаптивных оптимальных тестов и супертестов;

– формирование оперативного плана работы с персоналом и контроль его выполнения;

– маркетинг персонала;

– определение потребности в персонале;

– планирование и анализ показателей по труду, расходов на персонал;

– нормирование и учет численности персонала;

– профессиональный и личностный отбор, наем и прием персонала;

– деловая оценка персонала;

– оценка личностных характеристик персонала;

– профориентация и трудовая адаптация персонала;

– организация системы обучения и повышения квалификации персонала;

– управление деловой карьерой персонала;

– управление служебно-профессиональным продвижением персонала;

– высвобождение персонала;

– управление социальным развитием организации;

– управление поведением личности в профессиональных группах;

– управление мотивацией трудовой деятельности;

– управление нововведениями в кадровых системах;

– управление конфликтами и стрессами;

– управление безопасностью;

– оценка результативности труда руководителей, специалистов, профессорско-преподавательского состава, аттестация персонала;

– оценка эффективности деятельности подразделений управления персоналом;

– оценка экономической эффективности адаптивной автоматизированной системы управления персоналом.

Транспортная психология

Актуальность

С применением предложенной методологии и технологии, а также инструментальной системы, автором, совместно с УГАИ МВД по Краснодарскому краю успешно проведено исследование по выявлению психологических и иных причин нарушения ПДД водителями, имеющими различный психологический статус и относящимися к различным группам населения в разрезе: причины, виды и время суток нарушения ПДД.

Предлагаемый подход

Водители, как представители своих национальных, культурных, религиозных, возрастных, образовательных, социальных и других групп населения испытывают с их стороны влияние, формирующее на подсознательном уровне всю систему их отношений, в том числе и к выполнению ПДД. С применением предложенных в данной работе технологий могут быть выявлены зависимости между индивидуальными качествами водителей и видами совершаемых ими нарушений ПДД.

Результаты и перспективы

Детально зная все эти и другие особенности различных групп населения и имея индивидуальный прогноз совершения нарушений ПДД по каждому конкретному водителю, психолог может оказать адресное индивидуальное корректирующее (управляющее) влияние на тех водителей, для которых риск нарушения ПДД выше принятого в качестве допустимого.

Когнитивная психология

Актуальность

В данном разделе автор приводит в порядке обсуждения ког-

нитивную концепцию, которая представляет определенный интерес в связи с реализацией основных когнитивных операций в предложенных интегральной математической модели и инструментальной программной системе (когнитивная аналитическая система "Эйдос").

Предлагаемый подход

Прежде всего процесс познания начинается с процесса восприятия объектов и явлений. Процесс восприятия осуществляется с помощью органов восприятия: зрения, а также слуха, осязания и др. Органы восприятия дают человеку чувственную информацию о признаках наблюдаемых объектов.

На самых первых этапах жизни человека эти признаки объектов не образуют устойчивых взаимосвязанных комплексов, т.е. целостных образов объектов. Но опыт взаимодействия человека с реальными объектами приводит к выявлению взаимосвязей между признаками. Так в результате опыта обнаруживается, что некоторые признаки наблюдаются как правило вместе друг с другом (наличие пространственно–временных корреляций), другие же наоборот, вместе практически не встречаются. Могут быть также признаки, которые встречаются как бы случайным образом и, по–видимому, никак не связаны с другими.

Существование устойчивых взаимосвязей между признаками говорит о том, что они не являются самостоятельной реальностью, а отражают нечто стоящее за ними и их объединяющее, т.е. реальные объекты. Это означает, что признаки не генерируются из ничего, а имеют объективное содержание. Каждому Реальному объекту или явлению Реальности в сознании человека соответствует некоторая своя устойчивая взаимосвязь признаков (этого объекта), т.е. свой определенный образ, а именно конкретный чувственный образ данного конкретного (этого) объекта. Конкретный чувственный образ объекта представляют собой совокупность всех его воспринимаемых признаков, как общих с другими объектами, так и в большей или меньшей степени специфических именно для данного конкретного объекта.

Следующий этап познания Реальности состоит в том, что некоторый взрослый человек – учитель (обычно мать или отец) показывает ребенку окружающие его объекты и произносит их названия на некотором символическом языке, т.е. дает им некоторые

условные наименования или имена.

Если чувственно воспринимаемые признаки конкретного объекта имеют объективное происхождение, то наименование объекта устанавливает его принадлежность к некоторой категории объектов, включающей в общем случае много различных объектов, объединенных по их назначению или иной функциональной роли в природе или обществе с точки зрения познающего человека (общества), или роль данного объекта для самого познающего человека.

Необходимо также отметить, что у животных, в отличие от человека, сам набор обобщенных образов довольно жестко фиксирован (свой для каждого вида) и количественно очень ограничен.

На этом этапе весьма существенным обстоятельством является то, что самые различные объекты одного функционального назначения получают одинаковое название, например, все различные мячи получают наименование "Мяч", столы – "Стол" и так далее.

При этом ребенок устанавливает (корреляционные) взаимосвязи:

- между наблюдаемыми признаками данного конкретного объекта и наименованием социально–обусловленной обобщенной категории, к которой данный объект относится;
- между наименованиями признаков и наименованиями обобщенных категорий объектов.

Благодаря существованию этих связей и становится возможным говорить о смысле признаков, т.е. о том, что каждое физическое свойство конкретного объекта несет определенную информацию о роли этого объекта в природе, обществе или для конкретного человека.

Таким образом, введение в обиход наименований объектов становится важнейшей предпосылкой для формирования их абстрактных обобщенных образов, причем сама возможность обобщения связана с классификацией объектов по их социальной роли (назначению).

Среди различных окружающих объектов совершенно аналогично формируется предметный образ и такого специфического для каждого конкретного человека объекта, как его собственное физическое тело. Так формируется "образ Я", характерный для

физической формы сознания, формируется предметное сознание и самосознание.

Когда абстрактные обобщенные образы объектов сформированы, то становится возможным узнавание конкретных объектов, т.е. их идентификация. Операция узнавания состоит в сравнении конкретного чувственного образа определенного объекта с обобщенными абстрактными образами и определение степени сходства и различия между данным конкретным чувственным образом и обобщенными образами. В результате, когда конкретный объект узнан, человек может назвать его наименование, т.е. может восстановить его функциональную роль в природе, обществе или лично для себя. Если человек в состоянии это сделать, то считается, что он понимает смысл того, что он воспринимает.

Таким образом, узнавание – это процесс установления соответствия между объективным описанием объекта как дискретной совокупности признаков и его единым и неделимым (континуальным) именем, т.е. наименованием той обобщенной категории, к которой данный объект относится по своей социально–обусловленной роли. У человека интенсиональное (дискретное) и экстенсиональное (континуальное) описания объектов обрабатываются двумя различными взаимно–дополнительными системами отражения, работа которых обеспечивается различными полушариями мозга, и лишь взаимодействие этих двух систем обеспечивает обработку смысла.

По мере накопления опыта выясняется, что некоторые специфические признаки практически однозначно позволяют идентифицировать объекты, т.е. отнести их к определенным обобщенным категориям, другие же встречаются примерно с одинаковой вероятностью у самых различных объектов и для целей идентификации являются практически бесполезными. Умение человека определить ценность тех или иных признаков для решения задачи идентификации уже говорит о накоплении достаточно большого опыта восприятия и обобщения.

Когда такой достаточно значительный опыт накоплен, то следующим совершенно естественным этапом познания является выделение всего наиболее существенного путем отбрасывания случайных и не несущих существенной информации признаков, а также дублирующих и избыточных признаков, имеющих очень

сходный друг с другом смысл. В результате этой операции, называющейся "абстрагирование", первоначальное описание объекта на языке признаков, включающее все его чувственно воспринимаемые признаки, заменяется значительно более сжатым и экономным описанием, содержащим только наиболее существенные для идентификации объекта признаки. После этой операции процесс ориентации в предметной области становится более экономным по затратам всех видов ресурсов, более легким и быстрым, чем до этого, причем при сохранении необходимого высокого качества.

Высвобождение сил познающего человека после исключения из анализа второстепенной и несущественной информации позволяет подойти к решению более сложных задач, таких как выявление сходств и различий между обобщенными образами различных видов объектов Реальности, а также выявление смысловых взаимосвязей между различными признаками этих объектов. Кроме того, использование сжатых и высокоинформативных образов объектов позволяет быстро и с минимальными внутренними затратами относить конкретные чувственно–наблюдаемые объекты к тем или иным обобщенным категориям, функции и свойства которых уже известны, и таким образом эффективно ориентироваться в некоторой предметной области (окружающей среде).

В дальнейшем, применяя на практике ранее сформированные модели Реальности, человек получает новую достоверную информацию о степени их эффективности и, соответственно, адекватности. Эта информация обратной связи используется для уточнения и развития конкретной чувственно–эмоциональной и обобщенной, абстрактной (формальной) модели Реальности, в чем и состоит ее адаптивность.

Результаты и перспективы

Математическая модель и реализующая ее инструментальная программная система, разработанная на основе многокритериального подхода и теории информации, **обеспечивает достаточно адекватное для практического применения формальное описание и поддержку реализации 10 базовых когнитивных операций**, психологическое описание которых дано в базовой когнитивной концепции:

1) присвоение имен (экстенсиональное (континуальное) представление чувственного образа конкретного объекта в форме принадлежности к некоторым градациям определенных смысловых шкал);

2) восприятие (интенсиональное (дискретное) представление чувственного образа конкретного объекта в форме совокупности признаков);

3) обобщение (синтез, индукция) (формирование обобщенных образов различных категорий объектов на основе одновременного использования экстенсиональных и интенсиональных описаний конкретных объектов, которые используются в качестве примеров);

4) абстрагирование (определение для каждого признака его вклада в различие друг от друга обобщенных образов; контролируемое и корректное удаление незначимых признаков с сохранением всей существенной информации);

5) оценка адекватности модели;

6) сравнение, идентификация и прогнозирование (сравнение чувственного образа конкретного объекта со всеми обобщенными образами);

7) анализ (дедукция и абдукция) (выявление общего и особенного, характерного и нехарактерного, для каждого обобщенного образа; выявление общего и особенного, характерного и нехарактерного в смысловом содержании каждого признака);

8) классификация и генерация конструктов (определение сходств и различий обобщенных образов друг с другом; объединение сходных образов в кластеры; формирование биполярных систем наиболее непохожих кластеров, т.е. конструктов образов; построение семантических сетей классов; определение сходств и различий признаков по их смыслу; объединение сходных по смыслу признаков в кластеры; формирование биполярных систем наиболее непохожих кластеров, т.е. конструктов признаков; построение семантических сетей признаков);

9) содержательное сравнение (определение признаков, по которым любые два заданных образа несопоставимы, сходны или отличаются друг от друга; построение много–многозначных когнитивных диаграмм, в том числе диаграмм Вольфа Мерлина; определение элементов смысла, по которым любые два заданных

признака несопоставимы, сходны или отличаются друг от друга; построение много–многозначных когнитивных диаграмм, в том числе инвертированных диаграмм Вольфа Мерлина);

10) планирование и принятие решений об управлении.

Компьютерные Ψ–технологии

Актуальность

Круг возможных областей применения предложенных методологии, технологии и инструментальной системы для исследований в пограничных и малоисследованных областях науки включает следующие направления:

- диагностика потенциальных сверхспособностей (в том числе, обеспечивающих адекватное поведение в экстремальных ситуациях);
- развитие, адаптация и привязка (локализация), разработка новых профессиональных методик специального назначения;
- выявление и изучение характера влияния факторов, связанных с переходами в осознанные сновидения и измененные формы сознания;
- прогнозирование способности человека адекватно действовать в экстремальных ситуациях и оптимально выйти из них, решив при этом поставленные задачи;
- прогнозирование места и времени аномальных и экстремальных ситуаций.

Рассмотрим подробнее возможность применения предложенной технологии для дистанционной невербальной подсознательной диагностики и коррекции социально–психологического и профессионального статуса учащихся.

В настоящее время, в соответствии с Государственным образовательным стандартами, проблемы обеспечения информационной безопасности решаются правовыми, организационными, экономическими, инженерно-техническими, математическими и программно-аппаратными средствами. Однако, по мнению автора, этими мерами возможности по защите информации не исчерпываются. Важный резерв повышения эффективности охранных мероприятий заключается в специальном профессиональном отборе и особой психологической подготовке специалистов, призванных

обеспечить мероприятия по защите информации и работающих с закрытой информацией.

Предлагаемый подход

Задача оптимального профессионального отбора традиционно решается профессиональными психологами, использующими существующий инструментарий. При этом в качестве источника первичной информации о кандидатах, как правило, используются их ответы на вопросы определенных тестов (опросников). На основе обработки этих ответов выявляются психологические свойства кандидатов, которые сравниваются с ранее разработанными профессиограммами. На этой основе принимаются решения о профессиональной пригодности кандидата. О коррекции личностных свойств традиционно вопрос не ставится, так как считается, что подготовка специалиста сводится к передаче ему определенного объема знаний и навыков. В то же время именно социально–психологическими свойствами личности, ее мотивацией и другими пока неконтролируемыми параметрами определяется эффективность, более того, сама направленность использования полученных специальных знаний и навыков.

Традиционный подход имеет ряд ограничений, обусловленных следующим: ответы на вопросы кандидаты дают в условиях специально организованной процедуры анкетирования, смысл и значение которой им заранее известен; стимульный материал и ответы даются в словесной форме, т.е. предполагают участие сознательного критического мышления кандидата, что искажает исходные данные представлениями кандидата о том, как должен выглядеть наилучший вариант ответов; процедура анкетирования требует значительного времени, а также согласия на ее проведение со стороны кандидата, что затрудняет ее использование в реальных условиях; профессиограммы учитывают значение только психологических свойств кандидатов для успешности их профессиональной деятельности, в то время как остальные, часто не менее значимые их свойства игнорируются; ставится лишь задача определения статуса кандидата, тогда как задача подготовки профессионала требует и решения задачи коррекции, т.е. по сути задач управления.

Некоторые из названных ограничений снимаются технологиями, основанными на использовании полиграфа, который по-

зволяет регистрировать подсознательную реакцию на те или иные стимулы, как правило осознаваемые кандидатом. Однако дистанционность съема первичной информации обеспечивается при этом в очень ограниченной мере (на минимальных расстояниях). Дистанционные каналы передачи первичной информации являются электромагнитными, что позволяет блокировать возможность их использования стандартными средствами. Кроме того, с одной стороны, полиграф является лишь системой съема информации и не может быть использован для коррекции состояния кандидата за счет использования обратной связи, а, с другой стороны, анализ первичной информации и принятие решения об отнесении кандидата к тем или иным диагностическим категориям осуществляется человеком-экспертом, что не позволяет объективировать эти оценки и добиться их сопоставимости для различных диагностических групп кандидатов, регионов и времени проведения исследований.

Предлагается создать автоматизированную систему с человеко-зависимым дистанционным интерфейсом, обеспечивающим:

- подсознательную диагностику текущего состояния человека–оператора и его профессионального, а также социального и психологического статуса;
- целенаправленную коррекцию его состояния от текущего к целевому (оптимальному).

Для этой цели на этапе получения исходной информации предлагается применить дистанционные датчики разработки лаборатории PEAR Princeton university (NJ, USA), а также отечественные и собственные разработки. Для анализа исходной информации и принятия решений об отнесении кандидатов к тем или иным диагностическим категориям, а также для выработки корректирующего (управляющего) воздействия, предлагается использовать автоматизированные системы принятия решений, основанные на многокритериальном подходе и теории информации. По этим направлениям в ТУ КубГТУ имеется научный и практический задел (данное направление является базовым научным направлением кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности КубГТУ).

Результаты и перспективы

Полученные результаты позволяют создать:

1) скрытую технологию раннего выявления оптимальных кандидатов для подготовки по различным специальностям;

2) компактный аппаратно–программный комплекс бесконтактной идентификации пользователя и коррекции его состояния, действующий без его ведома и сознательного участия, встраиваемый в компьютер или действующий автономно.

5.7. Некоторые перспективы применения системы «Эйдос» в правоохранительной сфере

В правоохранительной сфере предложенная методология и технология может быть применена, в частности, для решения следующих задач: ранняя криминогенная профилактическая идентификация лиц по статьям уголовного кодекса; прогнозирование и профилактика нарушений правил дорожного движения (ПДД); поиск аналогов преступлений (или аналогов фабул); поиск аналогов проверок; тестирование на допуски к специальным видам деятельности (сотрудников МЧС, ОВД, работников служб безопасности банков и коммерческих структур и др.); тестирование на право применения оружия; тестирование на совместимость в оперативных группах; разработка обобщенных фотороботов, типичных для лиц различных направлений криминальной и некриминальной деятельности; выявление взаимосвязей между характеристиками фоторобота ("физиогномика"), отпечатков пальцев ("дерматоглифика"), почерка ("психографология"), другими характеристиками, с одной стороны, и типами правонарушений, с другой стороны; количественная идентификация изображений с вербальными описаниями; оперативное и долгосрочное прогнозирование динамики правонарушений по видам; изучение влияния политических, экономических, правовых и других факторов на динамику правонарушений; типология оперативных ситуаций и идентификация сложившейся оперативной ситуации; поиск наиболее схожих с поступившим состоящих на учете лиц на основе количественного сравнения индивидуальных фотороботов; методики оценки потенциала абитуриента, слушателя спе-

циальных учебных заведений и сотрудников ОВД по всему спектру должностей и специальностей; типология и косвенное выявление сфер криминальных интересов; оценка риска при залоге и кредитовании, выявление случаев неоправданной кредитной политики; паспортизация участков дорог, типология аварийно–опасных участков дорог по видам аварий; прогнозирование аварийной опасности участков дорог; выработка мер по переоборудованию аварийно–опасных участков дорог в целях снижения их аварийной опасности; количественное сравнение словесных (вербальных) описаний изображений (местности, интерьеры, лица и др.) с фотографиями; управление составом элитных групп; типология и косвенная идентификация криминальных типов экономической и финансовой деятельности на уровне предприятий (выявление зон риска для налоговой полиции); автоматизированная интерпретация данных полиграфа. Использование полиграфа для получения информации о тестируемом, необходимой для оценки перспектив его обучения и профессиональной деятельности по различным направлениям (компьютерные Ψ-технологии); разработка и применение профессиограмм на основе ретроспективных верифицированных данных, создание адаптивных и рефлексивных методик оценки перспектив обучения и профессиональной деятельности по различным направлениям.

5.8. Разработка интеллектуальных порталов, оказывающих интеллектуальные on-line услуги через Internet

Является перспективным создание на базе предложенной технологии и методологии АСК-анализа новой многозадачной версии системы "Эйдос", обеспечивающей (после регистрации пользователей на сайте при выполнении ими заданных условий) доступ пользователей Internet к базам данных системы как в режиме синтеза новых моделей, так и в режиме их эксплуатации в адаптивном режиме по направлениям, которые определят сами

пользователи и разработчики. Это позволит "интеллектуализировать" Internet, *создать в нем* ***активные*** *сервисы, способные стать со временем накопителями, хранилищами и анализаторами знаний и опыта по самым различным направлениям деятельности человека (например, автоматизированные консалтинговые службы). Эти сервисы могли бы предоставлять услуги по интеллектуальной обработке данных пользователям независимо от их локализации, и, таким образом, стать реальной технической базой для интеграции знаний, что может стать еще одним шагом на пути развития ноосферы (В.И.Вернадский, Ле Руа, Тейяр де Шарден, 1923)*. В настоящее же время Internet используются, в основном, просто для получения или просмотра готовых, созданных кем-либо файлов, т.е. просто для обмена информацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мнению авторов на основе вышеизложенного можно обоснованно сделать вывод о том, что автоматизированный системно-когнитивный анализ является новым междисциплинарным научным направлением, которое за счет применения методов и инструментария искусственного интеллекта (в настоящее время системы «Эйдос») в рамках системного анализа открывает новые возможности автоматизированных системных исследований и создания интеллектуальных систем управления в самых различных предметных областях.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Глоссарий (краткий толковый словарь терминов по и системно-когнитивному анализу)

В данном небольшом толковом словаре мы ни в коей мере не претендуем на его полноту и исчерпывающий характер (да это и вряд ли возможно) и приводим лишь определения тех терминов, которые введены авторами данной монографии, а также тех, у которых авторами изменены или модифицированы формулировки.

Астропризнак – это астрономический признак на момент рождения, т.е. факт попадания положения планеты в определенный сектор, размер которого задается в семантической информационной модели.

Астросоциотип – обобщенная социальная категория, полученная путем многопараметрической типизации, т.е. обобщения образов конкретных респондентов, относящихся к определенным социальным категориям и характеризующихся определенными наборами астропризнаков.

Астросоциотипология – раздел *астросоциологии*, новое научное направление, использующее технологии искусственного интеллекта для выявления и научного исследования зависимостей между *астропризнаками* респондентов и их принадлежностью к определенным *астросоциотипам*, а также использованием знания этих зависимостей для решения задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений (выработки научно-обоснованных рекомендаций по управлению).

В настоящее время в астросоциотипологии используется лишь один метод искусственного интеллекта – автоматизированный системно-когнитивный анализ (*АСК-анализ*), но в будущем количество этих методов увеличится, что обеспечит как повышение качества и достоверности получаемых результатов, за счет взаимного подтверждения результатов, полученных разными независимыми друг от друга методами, так и расширит сам круг этих результатов.

Частная семантическая информационная модель (СИМ) – модель СК-анализа с одной матрицей абсолютных частот и одной матрицей информативностей.

Мультимодель – система частных семантических информационных моделей (СИМ), в общем случае отличающихся друг от друга наборами классификационных и описательных шкал и градаций.

Смысл использования мультимоделей состоит в том, что как обосновано в теории *коллективов решающих правил* и показывают результаты проведенных численных экспериментов достоверность идентификации по различным классам отличается в различных моделях, т.е. одни классы лучше (более достоверно) распознаются в одних частных моделях, а другие в других. Поэтому возникла идея идентифицировать респондентов с каждым классом в той частной модели, в которой идентификация с ним наиболее достоверна (алгоритм *скоростного распознавания* в мультимодели с использованием априорной информации). Разработаны и реализованы в системе «Эйдос-астра» и другие *алгоритмы голосования* частных моделей в мультимоделях. В астросоциотипологии исследованы сотни частных моделей, отличающихся *градациями описательных шкал*, т.е. количеством секторов, на которые делится большой круг небесной сферы. Применение мультимоделей позволило повысить среднюю достоверность идентификации примерно на 20%. *Логотип астросоциотипологии*, приведенный на обложке монографии, является наглядным изображением одной из наиболее эффективных из исследованных авторами мультимоделей.

Принятие решения есть действие над множеством альтернатив, в результате которого исходное множество альтернатив сужается. Это действие называется «**выбор**».

Экспертная система (ЭС) – это программа, которая в определенных отношениях заменяет эксперта или группу экспертов в той или иной предметной области.

Клавиатурный почерк – система индивидуальных особенностей начертаний и динамики воспроизведения букв, слов и предложений на клавиатуре.

Система, оснащенная интеллектуальным интерфейсом – это система, способная вести себя по-разному в зависимости от результатов идентификации пользователя, его профессионального уровня и текущего психофизиологического состояния.

Аутентификация – это проверка, действительно ли пользователь является тем, за кого себя выдает. При этом пользователь должен предварительно сообщить о себе идентификационную информацию: свое имя и пароль, соответствующий названному имени.

Идентификация – это установление его личности.

Почерк – это система индивидуальных особенностей начертания и динамики воспроизведения букв, слов и предложений вручную различными людьми или на различных устройствах печати.

Система с биологической обратной связью (БОС) – это система, поведение которой зависит от психофизиологического (биологического) состояния пользователя.

Система с семантическим резонансом – это система, поведение которой зависит от состояния сознания пользователя и его психологической реакции на смысловые стимулы, в т.ч. неосознаваемые.

Виртуальная реальность (ВР) – модельная трехмерная (3D) окружающая среда, создаваемая компьютерными средствами и реалистично реагирующая на взаимодействие с пользователями.

Эффект присутствия – это создаваемая для пользователя иллюзия его **присутствия** в смоделированной компьютером среде, при этом создается полное впечатление «присутствия» в виртуальной среде, очень сходное с ощущением присутствия в обычном «реальном» мире.

Система виртуальной реальности (ВР) – это система, обеспечивающая:

– ***генерацию полиперцептивной модели реальности*** в соответствии с математической моделью этой реальности, реализованной в программной системе;

– ***погружение пользователя в модель реальности*** путем подачи на все или основные его перцептивные каналы – органы восприятия, программно-управляемых по величине и содержанию воздействий: зрительного, слухового, тактильного, термического, вкусового и обонятельного и других;

– **управление системой** путем использования виртуального «**образа Я» пользователя** и виртуальных **органов управления** системой (интерфейса), на которые он воздействует, представляющие собой **зависящую от пользователя часть** модели реальности;

– **реалистичную реакцию** моделируемой реальности на виртуальное воздействие и управление со стороны пользователя;

– разрыв отождествления пользователя со своим «Образом Я» из обычной реальности (**деперсонализация**), и отождествление себя с «виртуальным образом Я», генерируемым системой виртуальной реальности (***модификация сознания и самосознания пользователя***);

– ***эффект присутствия*** пользователя в моделируемой реальности в своем «виртуальном образе Я», т.е. эффект *личного участия пользователя в наблюдаемых виртуальных событиях;*

– ***положительные результаты применения критериев реальности***, т.е. функциональную замкнутость и самодостаточность виртуальной реальности, вследствие чего *никакими действиями внутри виртуальной реальности, осуществляемыми над ее объектами, в т.ч. объектами виртуального интерфейса, с помощью своего виртуального тела, невозможно установить, «истинная» эта реальность или виртуальная.*

Критерий реальности – *это самосогласованность* реальности, т.е. получение одной и той же информации качественно различными способами и по различным каналом связи (принцип наблюдаемости):

– согласованность реальности самой с собой во **времени;**

– согласованность и взаимное подтверждение информации от различных органов восприятия, которые обычно реагируют на различные формы материи и часто являются парными (зрение, слух, обоняние) и расположенными в различных точках **пространства**.

Принцип эквивалентности виртуальной и истинной реальности: виртуальная система отсчета, локализованная в полнофункциональной виртуальной реальности полностью физически эквивалентна физической системе отсчета, локализованной в «истинной реальности», т.е. никакими действиями внутри виртуальной реальности, осуществляемыми над ее объектами, в т.ч. объектами виртуального интерфейса, с помощью своего виртуального тела, невозможно установить, «истинная» эта реальность или виртуальная (Луценко Е.В., 2004).

Взвешивание данных или ремонт обучающей выборки – это операция, в результате которой частное распределение объектов по классам в обучающей выборке максимально, на сколько это возможно, приближается либо к частотному распределению генеральной совокупности (если оно известно из независимых источников), либо к равномерному.

Обобщение – это операция формирования обобщенных образов классов на основе описаний конкретных объектов, входящих в обучающую выборку.

Распознавание – это операция сравнения и определения степени сходства образа данного конкретного объекта с образами других конкретных объектов или с обобщенными образами классов, в результате которой формируется рейтинг объектов или классов по убыванию сходства с распознаваемым объектом.

Обучение с учителем – это процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей харак-

теристики конкретных объектов как в описательных, так и в классификационных шкалах и градациях.

Шкала – это способ классификации объектов по наименованиям или степени выраженности некоторого свойства. Понятие шкалы тесно связано с ключевым понятием когнитивной психологии: понятием конструкта, более того, практически является синонимом или формальным аналогом этого понятия.

Градация – это положение на шкале (или интервал, диапазон), соответствующее наименованию или определенной степени выраженности свойства.

Обучение без учителя или самообучение – это процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей характеристики конкретных объектов, причем только в описательных шкалах и градациях.

Верификация модели – это операция установления степени ее адекватности (валидности) путем сравнения результатов идентификации конкретных объектов с их фактической принадлежностью к обобщенным образам классов.

Адаптация модели – это количественное уточнение модели, не требующее изменения классификационных и описательных шкал и градаций, а лишь объема обучающей выборки.

Синтез (или повторный синтез – пересинтез) модели – качественное уточнение модели, путем учета в модели объектов и факторов, ранее не входящих ни в обучающую выборку, ни в генеральную совокупность, по отношению к которой данная обучающая выборка репрезентативна.

Кластеризация – это операция автоматической классификации, в ходе которой объекты объединяются в группы (кластеры) таким образом, что внутри групп различия между объектами минимальны, а между группами – максимальны. При этом в ходе кластеризации не только определяется состав кластеров, но и сам их набор и границы.

Системный анализ – современный метод теоретического познания и программно-целевого управления, в котором объект управления рассматривается как *система.*

Система – представляет собой совокупность *элементов* различных уровней иерархии (подсистемы), *связанных* между собой каналами взаимодействия, объединенных в единое структурно-функциональное целое, обеспечивающее им преимущества в достижении общей *цели* системы и целей подсистем за счет *системного эффекта*.

Системный (эмерджентный) эффект – наличие у системы качественно новых, *эмерджентных свойств*, которые не сводятся к сумме свойств ее частей.

Эмерджентность свойств – так как все свойства есть свойства тех или иных систем, то можно предположить, что все свойства без исключения имеют эмерджентную природу, т.е. любое свойство основано на уровне Реальности этим свойством не обладающим. Например, свойство «быть соленым « основано на свойствах Na и Cl, по отдельности этим свойством ни в коей мере не обладающими.

Уровень системности – степень отличия свойств системы от суммы свойств ее частей.

Диалектика: структура-свойство-отношение – подсистемы различных уровней иерархии могут рассматриваться с внешней точки зрения как неделимое целое, не имеющее частей, т.е. элемент, обладающий *свойством* вступать во взаимодействие с другими элементами, а с внутренней точки зрения – как имеющие *структуру*, состоящую из элементов более низкого уровня иерархии, объединенных определенными видами *взаимосвязей*. Сам канал взаимодействия может рассматриваться как *отношение* элементов, которые с помощью него взаимодействуют, или как система, обладающая определенной *структурой*, включающая среду передачи и объекты, перемещающиеся в этой среде и переносящие субстанцию взаимодействия, например: вещество, стоимость, энергию или информацию.

Системно-когнитивный анализ (СК-анализ) – системный анализ, структурированный по базовым когнитивным операциям.

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) – автоматизированный СК-анализ, т.е. системный анализ, автоматизированный путем структурирования по базовым когнитивным операциям системного анализа (*БКОСА*) и включающий: формализуемую когнитивную концепцию, математическую модель, методику численных расчетов и реализующий их программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». АСК-анализ предложен в 2002 году Е.В.Луценко.

Компоненты АСК-анализа:

– формализуемая когнитивная концепция и следующий из нее когнитивный конфигуратор;

– теоретические основы, методология, технология и методика СК-анализа;

– математическая модель СК-анализа, основанная на системном обобщении семантической меры целесообразности информации А. Харкевича;

– методика численных расчетов, в универсальной форме реализующая математическую модель СК-анализа, включающая иерархическую структуру данных и 24 детальных алгоритма 10 БКОСА;

– специальное инструментальное программное обеспечение, реализующее математическую модель и численный метод СК-анализа – Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос»;

– методика, технология и результаты синтеза рефлексивных АСУ активными объектами на основе АСК-анализа.

Этапы АСК-анализа –

1) когнитивная структуризация предметной области;

2) формализация предметной области (конструирование классификационных и описательных шкал и градаций);

3) подготовка обучающей выборки (ввод данных мониторинга в базу прецедентов);

4) синтез семантической информационной модели (СИМ);

5) оптимизация СИМ;

6) проверка адекватности СИМ (измерение внутренней и внешней, дифференциальной и интегральной валидности);

7) системно-когнитивный анализ СИМ, исследование моделируемого объекта путем исследования его модели:

– решение задач идентификации и прогнозирования;

– генерация информационных портретов классов и факторов, т.е. решение обратной задачи прогнозирования, поддержка принятия решений по управлению (результаты отображаются в графической форме двухмерных и трехмерных профилей классов и факторов);

– кластерно-конструктивный анализ классов и факторов (результаты отображаются в форме семантических сетей классов и факторов);

– содержательное сравнение классов и факторов (результаты отображаются в форме когнитивных диаграмм классов и факторов);

– изучение системы детерминации состояний моделируемого объекта, нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети;

– построение классических когнитивных моделей (когнитивных карт).

– построение интегральных когнитивных моделей (интегральных когнитивных карт).

Математическая модель АСК-анализа основана на системной теории информации (СТИ).

Системная теория информации (СТИ) – Отличия СТИ от классической теории информации Больцмана-Найквиста-Хартли-Шеннона обусловлены отличиями понятия «*система*» от понятия «*множество*». СТИ рассматривает в качестве элементов не только первичные элементы множества, но и элементы, представляющие собой подсистемы различных уровней иерархии, образующиеся за счет *взаимодействия* первичных элементов, а также учитывает понятие *цели*. В рамках СТИ предложено системное обобщение семантической меры информации Харкевича, которое удовлетворяет принципу соответствия с мерой Хартли в детерминистском случае, как и мера Шеннона в случае равновероятных событий, чем преодолена несогласованность семантической теории информации и классической теории информации Шеннона. Так как данная мера учитывает понятие цели, то она является количественной мерой знаний. В рамках СТИ предложены гипотезы «О возрастании эмерджентности», следующие из нее: «О природе сложности системы», и «О видах системной информации».

Гипотеза «О возрастания эмерджености»: «Чем больше элементов в системе, тем большую долю содержащейся в ней информации составляет информация, содержащаяся во взаимосвязях ее элементов».

Гипотеза «О природе сложности системы»: сложность системы определяется количеством содержащейся в ней информации.

Гипотеза «О видах системной информации»: системная информация включает две составляющие:

– зависящую от количества элементов системы;

– зависящую как от количества элементов системы, так и от сложности взаимосвязей между ними.

Методика численных расчетов АСК-анализа включает: структуры входных данных (формализация предметной области), промежуточных и выходных данных, а также алгоритмы БКОСА.

Программный инструментарий АСК-анализа – универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос».

Базовые когнитивные операции системного анализа (БКОСА) – когнитивные операции, образующие *когнитивный конфигуратор*.

Когнитивный конфигуратор – минимальный полный набор познавательных (когнитивных от: «cognition» – «познание», англ.)

операций, к которым сводятся различные процессы познания, в т.ч. системный анализ, как метод познания. В *формализуемой когнитивной концепции* выявлено 10 таких операций, каждая из которых достаточно элементарна для формализации и программной реализации: 1) присвоение имен; 2) восприятие; 3) обобщение (синтез, индукция); 4) абстрагирование; 5) оценка адекватности модели; 6) сравнение, идентификация и прогнозирование; 7) дедукция и абдукция; 8) классификация и генерация конструктов; 9) содержательное сравнение; 10) планирование и принятие решений об управлении.

Формализуемая когнитивная концепция – когнитивная концепция, предложенная с целью разработки СК-анализа. Из данной концепции выводятся структура когнитивного конфигуратора, система базовых когнитивных операций и обобщенная схема системного анализа, структурированного до уровня базовых когнитивных операций (СК-анализ).

Рассматривает процесс познания, как многоуровневую иерархическую систему обработки информации в которой когнитивные структуры каждого уровня являются результатом интеграции структур предыдущего уровня. На 1-м уровне этой системы находятся дискретные элементы потока чувственного восприятия, которые на 2-м уровне интегрируются в чувственный образ конкретного объекта. Те, в свою очередь, на 3-м уровне интегрируются в обобщенные образы классов и факторов, образующие на 4-м уровне кластеры, а на 5-м конструкты. Система конструктов на 6-м уровне образуют текущую парадигму реальности (т.е. человек познает мир путем синтеза и применения конструктов). На 7-м же уровне обнаруживается, что текущая парадигма не единственно-возможная.

Ключевым для когнитивной концепции является понятие *факта*, под которым понимается соответствие дискретного и интегрального элементов познания (т.е. элементов разных уровней интеграции-иерархии), обнаруженное на опыте. *Факт* рассматривается как квант *смысла*, что является основой для его формализации. Таким образом, происхождение смысла связывается со своего рода «разностью потенциалов», существующей между смежными уровнями интеграции-иерархии обработки информации в процессах познания. Между когнитивными структурами разных уровней иерархии существует отношение «дискретное – интегральное». Именно это служит основой формализации смысла.

АСК-анализ в экономике – новый математический и инструментальный метод экономики, характеризующийся универсальной

непараметрической математической моделью, основанной на системной теории информации, наличием методики численных расчетов и программного инструментария (система «Эйдос»).

Адекватность модели – это ее способность правильно идентифицировать объекты. Понятие адекватности имеет свою структуру, включающую понятия внутренней и внешней, дифференциальной и интегральной *валидности* («валидность» и переводится как «правильность»).

Внутренняя валидность – способность модели правильно идентифицировать объекты, входящие в обучающую выборку.

Внешняя валидность – способность модели верно идентифицировать объекты, не входящие в обучающую выборку, но относящиеся к генеральной совокупности, по отношению к которой она репрезентативна.

Интегральная валидность – это валидность, средневзвешенная по всей обучающей выборке.

Дифференциальная валидность – это способность правильно идентифицировать отдельные классы.

Инструментарий СК-анализа – универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос».

Показатели валидности:

– ***идентифицировано верно*** – это количество объектов обучающей выборки, которые идентифицированы как классы, к которым они действительно относятся;

– ***идентифицировано ошибочно*** – это количество объектов обучающей выборки, которые идентифицированы как классы, к которым они в действительности не относятся (ошибка идентификации);

– ***неидентифицировано верно*** – это количество объектов обучающей выборки, которые неидентифицированы как классы, к которым они действительно не относятся;

– ***неидентифицировано ошибочно*** – это количество объектов обучающей выборки, которые неидентифицированы как классы, к которым они в действительности относятся (ошибка неидентфикации).

Идентификация – количественная оценка степени сходства конкретного объекта или его состояния с классом по признакам, которые относятся к тому же моменту времени, что и состояние.

Прогнозирование – количественная оценка степени сходства конкретного объекта или его состояния с классом по признакам, причем признаки относятся к более раннему времени, чем состояние.

Информационный портрет класса – это список факторов, ранжированных в порядке убывания силы их влияния на переход объекта управления в состояние, соответствующее данному классу. Информационный портрет класса отражает систему его детерминации. Генерация информационного портрета класса представляет собой решение обратной задачи прогнозирования, т.к. при прогнозировании по системе факторов определяется спектр наиболее вероятных будущих состояний объекта управления, в которые он может перейти под влиянием данной системы факторов, а в информационном портрете мы наоборот, по заданному будущему состоянию объекта управления определяем систему факторов, детерминирующих это состояние, т.е. вызывающих переход объекта управления в это состояние. В начале информационного портрета класса идут факторы, оказывающие положительное влияние на переход объекта управления в заданное состояние, затем факторы, не оказывающие на это существенного влияния, и далее – факторы, препятствующие переходу объекта управления в это состояние (в порядке возрастания силы препятствования). Информационные портреты классов могут быть от *отфильтрованы* по диапазону факторов, т.е. мы можем отобразить влияние на переход объекта управления в данное состояние не всех отраженных в модели факторов, а только тех, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным описательным шкалам.

Информационный (семантический) портрет фактора – это список классов, ранжированный в порядке убывания силы влияния данного фактора на переход объекта управления в состояния, соответствующие данным классам. Информационный портрет фактора называется также его *семантическим портретом,* т.к. в соответствии с концепцией смысла системно-когнитивного анализа, являющейся обобщением концепции смысла Шенка-Абельсона, *смысл фактора состоит в том, какие будущие состояния объекта управления он детерминирует*. Сначала в этом списке идут состояния объекта управления, на переход в которые данный фактор оказывает наибольшее влияние, затем состояния, на которые данный фактор не оказывает существенного влияния, и далее состояния – переходу в которые данный фактор препятствует. Информационные портреты факторов могут быть от *отфильтрованы* по диапазону классов, т.е. мы можем отобразить влияние данного фактора на переход объекта управления не во все возможные будущие состояния, а только в состояния, коды

которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным классификационным шкалам.

Функция влияния представляет собой график зависимости вероятностей перехода объекта управления в будущие состояния под влиянием различных значений некоторого фактора. Если взять несколько информационных портретов факторов, соответствующих градациям одной описательной шкалы, отфильтровать их по диапазону градаций некоторой классификационной шкалы и взять из каждого информационного портрета по одному состоянию, на переход в которое объекта управления данная градация фактора оказывает наибольшее влияние, то мы и получим зависимость, отражающую вероятность перехода объекта управления в будущие состояния под влиянием различных значений некоторого фактора, т.е. функцию влияния. Функции влияния являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой «Эйдос». Необходимо отметить, что на вид функций влияния математической моделью СК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности, они могут быть и *нелинейные*.

Двухмерные и трехмерные профили классов и факторов – это графические диаграммы, отображающие силу и направление влияния различных факторов на переход объекта управления в различные состояния. *Профилем класса* называется графическое отображение столбца матрицы информативностей, соответствующего данному классу. *Профилем признака (фактора)* называется графическое отображение строки матрицы информативностей, соответствующего данному признаку. *Информативности факторов* означают силу и направление влияния данного фактора на переход системы в состояние, соответствующее данному классу.

Кластерно-конструктивный анализ – это математический метод анализа данных, обеспечивающий: выявление классов, наиболее сходных по системе их детерминации и объединение их в кластеры; выявление кластеров классов, наиболее сильно отличающиеся по системе их детерминации и построение из них полюсов конструктов классов, при этом остальные кластеры включаются в конструкты в качестве промежуточных между полюсами; выявление факторов, наиболее сходных по детерминируемым ими классам и объединение их в кластеры; выявление кластеров факторов, наиболее сильно отличающиеся по детерминируемым ими классам и построение из них по-

люсов конструктов факторов, при этом остальные кластеры включаются в конструкты в качестве промежуточных между полюсами.

Состояния объекта управления, соответствующие классам, включенным в один кластер, могут быть достигнуты одновременно, т.е. являются *совместимыми (коалиционными)* по детерминирующим их факторам. Состояния объекта управления, соответствующие классам, образующим полюса конструкта, не могут быть достигнуты одновременно, т.е. являются противоположными по детерминирующим их факторам (*антагонистическими*).

Факторы, включенные в один кластер, оказывают сходное влияние на поведение объекта управления и могут, при необходимости, быть использованы для замены друг друга. Факторы, образующие полюса конструкта, оказывают противоположное влияние на поведение объекта управления.

Кластерно-конструктивный анализ классов позволяет сравнить их по сходству системы детерминации и отобразить эту информацию в наглядной графической форме семантической сети классов.

Кластерно-конструктивный анализ факторов позволяет сравнить факторы по сходству их влияния на переход объекта в будущие состояния и отобразить эту информацию в наглядной графической форме семантической сети факторов.

Когнитивные диаграммы классов (факторов) – это графические диаграммы, позволяющие отобразить в чем конкретно состоит сходство и различие любых двух классов (или любых двух факторов), т.е. детально увидеть структуру каждой линии связи в семантической сети. Когнитивные диаграммы представляет собой графическое изображение обобщенного коэффициента корреляции профилей классов (или факторов), при этом каждая линия, вносящая вклад в сходство или различие соответствует одному слагаемому, ее цвет – знаку, а толщина – модулю этого слагаемого.

Нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети позволяют в наглядной форме отобразить систему детерминации будущих состояний. *Нелокальный нейрон* представляет собой будущее состояние объекта управления с изображением наиболее сильно влияющих на него факторов с указанием силы и направления (способствует-препятствует) их влияния. Нейронная сеть представляет собой совокупность взаимосвязанных нейронов. В классических нейронных сетях связь между нейронами осуществляется по входным и выходным сигналам, а в нелокальных нейронных сетях – на основе общего информационного поля, реализуемого семантической инфор-

мационной моделью. Система «Эйдос» обеспечивает построение любого подмножества многослойной нейронной сети с заданными или выбираемыми по заданным критериям рецепторами и нейронами, связанными друг с другом связями любого уровня опосредованности.

Классические когнитивные карты являются графической формой представления фрагментов СИМ, объединяющей достоинства таких форм, как нейроны и семантические сети факторов. Классическая когнитивная карта представляет собой нейрон, соответствующий некоторому состоянию объекта управления с рецепторами, каждый из которых соответствует фактору в определенной степени способствующему или препятствующему переходу объекта в это состояние. Рецепторы соединены связями как с нейроном, так и друг с другом. Связи рецепторов с нейроном отражают силу и направление влияния факторов, а связи рецепторов друг с другом, отображаемые в форме семантической сети факторов, – сходство и различие между рецепторами по характеру их влияния на объект управления. Таким образом, классическая когнитивная карта представляет собой нейрон с семантической сетью факторов, изображенные на одной диаграмме.

Обобщенные когнитивные карты позволяют объединить в одной графической форме семантические сети классов и факторов, объединенных нейронной сетью. Если объединить несколько классических когнитивных карт на одной диаграмме и изобразить на ней также связи между нейронами в форме семантической сети классов, то получим обобщенную (интегральную) когнитивную карту. Система «Эйдос» обеспечивает построение любого подмножества многоуровневой семантической информационной модели с заданными или выбираемыми по заданным критериям рецепторами и нейронами, связанными друг с другом связями любого уровня опосредованности в форме классических и обобщенных когнитивных карт. В частности, в системе полуавтоматически формируется задание на генерацию подмножеств обобщенной когнитивной карты.

Приложение 2 – Акты внедрения ранних версий системы «Эйдос»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. зав. отделом науки Краснодарского краевого комитета КПСС
Б.Ф.Росляков
11.03. 1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы"
Э.М.Трахов
10.03. 1987г.

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Б.И.Бессалаев, Г.А.Самсонов, В.В.Луценко в том, что в соответствии с договорённостью между руководством СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и отделом науки Краснодарского крайкома КПСС Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:

- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ анкет АОН при ЦК КПСС (отзыв и самооценка)", в соответствии с требованиями кафедры партийного строительства АОН при ЦК КПСС;
- разработано программное обеспечение по данной задаче в среде персональной технологической системы (ПТС) ВЕГА-87;
- на ПЭКЗМ "Искра-226" осуществлены расчёты по задаче, в объёме:

Входная информация – 999 листов вводилась по трём макетам.

Выходная информация – 13 видов выходных форм объёмом 290 листов (малинограмм) содержит:

- анализ отзывов о парт.работниках (156 листов);
- частотное распределение баллов по кодам ответов, сводное по краю и в разрезах по Крайкому КПСС, обкому КПСС, Горкому КПСС, Райкому КПСС входящему, Райкому КПСС сельскому и отделам парт.комиссий (7 листов);
- оценку качеств партийных работников по баллам, абсолютные значения, средние значения и процент от максимально возможного количества баллов (7 листов);
- абсолютное и процентное распределение ответов по категориям партийных работников (120 листов);

Работа выполнена качественно и в срок.

От АОН при ЦК КПСС:
Доцент кафедры партийного строительства
Б.И.Бессалаев
10 марта 1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":
Зав. отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4,к.э.н.
Г.А.Самсонов
10 марта 1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
10 марта 1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР,к.ф.н.
А.А.Хагуров
1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М.Трахов
19.05 1987г.

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Лянко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец Б.И., Луценко Е.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Сезеро-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:

- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома";
- разработаны математическая модель и программное обеспечение подсистемы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М;
- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчёты по задаче в объёме:

Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям.
Выходная информация – 4 вида выходных форм объёмом 90 листов формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:

- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов;
- распределение информативностей признаков (в битах) для распознавания социальных типов корреспондентов;
- позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных типов на языке 212 признаков;
- обобщённая характеристика информативности признаков для выбора такого минимального набора признаков, который содержит максимум информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет).

Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.

От ИСИ АН СССР:
Мл.научный сотрудник
М.М.Кириченко
19.05 1987г.

Мл.научный сотрудник
Г.А.Лянко
19.05 1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":
Зав.отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4,к.э.н.
Г.А.Самсонов
19.05. 1987г.

Главный конструктор проекта
Б.И.Коренец
19.05.87г. 1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
19.05.87 1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР,к.ф.н.
А.А.Хагуров
1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М.Трахов
1987г.

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Коренец Б.И. /председатель/, Луценко Е.В., Шелкопляс В.П., Лянко Г.А. в том, что по заданию Краснодарского краевого комитета КПСС и в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:

- осуществлена математическая постановка задачи: "Анализ с применением ЭВМ общественного мнения о состоянии и перспективах противоалкогольной работы в г.Краснодаре и Краснодарском крае";
- разработаны математическая модель и программное обеспечение анкетной системы распознавания образов, которые позволяют решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М /разработчик: Луценко Е.В./;
- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчеты по задаче в объёме:

Входная информация составила: 4635 анкет, из них 1817 по 5-ти районам г.Краснодара и 2818 по 10-ти районам и городам Краснодарского края, всего 953 экрана, или 2,2 Мбайт.

Выходная информация – 4 вида выходных форм объёмом 110 листов формата А3 и 184 листа формата А4, всего 1212 экранов, или 2,8 Мбайт, содержит:

- процентное распределение ответов в разрезе по 29-ти социальным типам корреспондентов /форма выдана по 15 районам г.Краснодара и Краснодарского края, г.Краснодару, краю без г.Краснодара и краю с г.Краснодаром/;
- распределение информативностей вопросов /в 0,1 х бит/ для распознавания 29-ти социальных типов корреспондентов /форма выдана по Ленинскому району г.Краснодара, г.Краснодару, краю без г.Краснодара и краю с г.Краснодаром/;
- позитивные и негативные информационные портреты 23-х социальных типов на языке 207 признаков /из них 19 по Ленинскому району г.Краснодара, 11 по г.Краснодару, 7 по краю с г.Краснодаром и 7 по краю без г.Краснодара/;
- обобщённая характеристика информативностей признаков для оптимизации анкет /форма выдана по Ленинскому району г.Краснодара и по краю с г.Краснодаром/.

Трудозатраты на решение задачи составили 4 человеко/месяца.
Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.

От ИСИ АН СССР:
Мл.научный сотрудник
В.П.Шелкопляс
1987г.

Мл.научный сотрудник
Г.А.Лянко
1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":
Главный конструктор проекта
Б.И.Коренец
1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
1987г.

Приложение 3

А К Т
приёмки-сдачи результатов изыскательских работ

г.Краснодар "23" ноября 1987г.

Настоящий акт составлен о нижеследующем:

1. Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" в соответствии с договором на изыскательские работы № 03/87 от 1 октября 1987г. выполнена обработка на ЭВМ материалов социологических исследований: "Праздник, обряд и ритуал в Вашей жизни", проводимых Краснодарским государственным институтом культуры по хоз.договору №4-87 с НИИ культуры РСФСР на территории краснодарского края, и результаты работ представлены в Краснодарский государственный институт культуры.

2. Изыскательские работы проведены в сроки, установленные договором: начало работ 1 октября 1987г., окончание 31 декабря 1987г. Материалы представлены заказчику 23 ноября 1987г. в виде: распечатка входных форм объёмом 1.3 М байтов, распечатка выходных форм "Прямое распределение ответов, абсолютные и относительные значения" по четырём районам и сводная, объёмом 56.3 К байтов.

3. Краснодарским государственным институтом культуры проведена приёмка результатов работ по вышеуказанному договору в следующем составе и объёме:

№ пп	Наименование работ	Плановый объём в отчётном периоде		Фактически выполнено	
		К байтов	руб.	К байтов	руб.
1.	Подготовка входной информации на ЭВМ	1269.6	1200	1269.6	1200
2.	Разработка программного и информационного обеспечения.	7.5	1020	7.5	1020
3.	Проведение расчётов на ЭВМ, получение выходных форм.	56.3	1280	56.3	1280

4. За выполненный объём работ Северо-Кавказскому филиалу ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" следует выплатить 3500 рублей.

Материалы по изыскательским работам сдали:
Директор СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы"
Э.М.Трахов
Главный инженер филиала
В.И.Розгин
Ответственный исполнитель, главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
"23" ноября 1987 года.
М.П.

Материалы изыскательских работ приняли:
Ректор КГИК
Л.А.Солодухин
Ответственный представитель заказчика, начальник ВЦ
С.В.Лютиков
Главный бухгалтер
Н.А.Пузей
"___" _____ 1987 года.
М.П.

ЛИЦЕНЗИАР:
Директор Научно-производственного предприятия "ЭЙДОС"
Е.В.ЛУЦЕНКО
"19" 01 1994 года.

ЛИЦЕНЗИАТ:
Директор Информационно-аналитического центра администрации Краснодарского края
С.Б.ЛИСИЦЫН
"19" 01 1994 года.

А К Т
сдачи - приемки Научно-технической продукции
по договору N ____ от "_" января 1994 года

ЛИЦЕНЗИАР:
Научно - производственное предприятие "ЭЙДОС";
Р/счет 000644405 в филиале "Гривна" комбанка "Кубинбанк" г.Краснодара, кор.счет 708161800 в РКЦ Центробанка г.Краснодара, МФО 14100049.

ЛИЦЕНЗИАТ:
350000, г. Краснодар, ул. Красная 6, тел/факс 52-39-42, Информационно-аналитический центр Администрации Краснодарского края. Расчетный счет 031133521 МФО 14100049 в РКЦ ЦБ г.Краснодара.

СОСТАВ КОМИССИИ:
Председатель: Мосов Ким Викторович
Члены комиссии: Мосов Максим Юрьевич
Лукц Виктор Викторович

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ:
Приобретение лицензии на использование Универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-4"

КОМИССИЯ ОТМЕЧАЕТ,
Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС-4" соответствует описанию и обладает функциональными возможностями, предусмотренными в Руководстве пользователя на Систему.

ДОГОВОРНАЯ ЦЕНА:
Два миллиона рублей (2000000 руб.)

Сумма к перечислению:
Два миллиона рублей (2000000 руб.)

Взаимных долгов и претензий у ЛИЦЕНЗИАРА и ЛИЦЕНЗИАТА не имеется.

ОТ ЛИЦЕНЗИАРА: /_____/
"19" 01 1994 года.

ОТ ЛИЦЕНЗИАТА: /Е.В.Мосов/ /М.Ю.Мосов/ /В.В.Лукц/
"19" 01 1994 года.

ИСПОЛНИТЕЛЬ:
Директор Научно-производственного предприятия "ЭЙДОС"
Е.В.ЛУЦЕНКО
"14" апреля 1994 года.

ЗАКАЗЧИК:
Директор Научно-производственной фирмы "ЗЕВРИТОП"
В.В.ГАУЧМАН
"14" апреля 1994 года.
М.П.

А К Т
сдачи - приемки Научно-технической продукции
по договору N.14/94 от "02" апреля 1994 года

ИСПОЛНИТЕЛЬ:
Научно - производственное предприятие "ЭЙДОС"; 350058, г.Краснодар, ул.Стасова, 121/9. Р/счет 644405 в фил."Гривна" Кубинбанка г.Краснодара, к/счет 708161800 в РКЦ ЦБ г.Краснодара, МФО 14100049.

ЗАКАЗЧИК:
Научно - производственная фирма "ЗЕВРИТОП", 350051, г.Краснодар, ул.Офицерская, 43, комн.9. Р/счет 001467774 в Ленинском отделении ЮгБанка г.Краснодара, МФО 141798.

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ:
Проведение научно - исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и внедрению в процесс основной деятельности генерального ЗАКАЗЧИКА оптимальной компьютерной методики, обеспечивающей периодические массовые обследования с целью профессионального отбора спасателей, в т.ч. на основе данных диспансерного учета (обучение системы распознавания проводится на выборке не более 150 человек).

КОМИССИЯ ОТМЕЧАЕТ, что Научно - техническая продукция удовлетворяет условиям договора и сдана ЗАКАЗЧИКУ в сроки, предусмотренные договором.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ: Разработана оптимальная методика оценки спасателей.

ДОГОВОРНАЯ ЦЕНА: Четыреста тысяч рублей.

Итого сумма к перечислению:
400000 руб. Четыреста тысяч рублей перечислена ЗАКАЗЧИКОМ авансом.

Взаимных долгов и претензий работам, закрытым настоящим Актом, у ЗАКАЗЧИКА и ИСПОЛНИТЕЛЯ не имеется.

Договор № 48/93 от 09.12.93.

ИСПОЛНИТЕЛЬ:
Директор Научно-производственного предприятия "ЭЙДОС"
Е.В.ЛУЦЕНКО
"07" декабря 1993 года.

ЗАКАЗЧИК:
Генеральный директор Департамента экономики и прогнозирования администрации Краснодарского края
Н.И.МЕНШИЛОВ
"07" декабря 1993 года.

А К Т
сдачи - приемки Научно-технической продукции
по договору N 48/93 от "09" декабря 1993 года

ИСПОЛНИТЕЛЬ:
Научно - производственное предприятие "ЭЙДОС"; 350014, г.Краснодар, ул.Красная,35,к.550. Р/счет 000644405 в филиале "Гривна" комбанка "Кубинбанк" г.Краснодара, кор.счет 708161800 в РКЦ Центробанка г.Краснодара, МФО 14100049.

ЗАКАЗЧИК:
Департамент экономики и прогнозирования администрации Краснодарского края, 350014, г.Краснодар, ул.Красная, 35.

СОСТАВ КОМИССИИ:
Председатель: _____
Члены комиссии: _____

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ:
Проведение научно-исследовательских работ и разработка оптимальной методики идентификации и анализа макроэкономических состояний городов и районов Краснодарского края и всего края в целом (далее "Методика"), на основе оценки значимости индикаторов макроэкономики и применения методов статистической теории информации и искусственного интеллекта.

КОМИССИЯ ОТМЕЧАЕТ,
что Научно - техническая продукция удовлетворяет условиям договора и сдана ЗАКАЗЧИКУ в сроки, предусмотренные договором.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ:
Проведен ранговый и кластерно-конструктивный анализ макроэкономических состояний по 23-м районам и городам Краснодарского края.

ДОГОВОРНАЯ ЦЕНА:
- триста тысяч рублей - 300000 руб.,
- в том числе НДС - 50000 руб.

Итого сумма к перечислению:
300000 руб. Триста тысяч рублей перечислена ЗАКАЗЧИКОМ в форме 100% предоплаты.

Взаимных долгов и претензий работам, закрытым настоящим Актом, у ЗАКАЗЧИКА и ИСПОЛНИТЕЛЯ не имеется.

ОТ ИСПОЛНИТЕЛЯ: /_____/
"07" декабря 1993 года.
15 июля 1994 г.

ОТ ЗАКАЗЧИКА: /_____/
"15" июля 1994 года.

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор Научно-производственного предприятия "ЭЙДОС"
Е.В.Луценко
"14" 02 1994 г.

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор Информационно-аналитического центра Администрации Краснодарского края
С.Б.Лисицын
"14" 02 1994 г.
М.П.

АКТ
об оказании услуг, предусмотренных договором о сублицензировании от 14.02.94.

Настоящий акт составлен в том, что Исполнителем - Научно-производственным предприятием "ЭЙДОС" **выполнены и сданы**, а Заказчиком - Информационно - аналитическим центром администрации Краснодарского края **приняты** работы, предусмотренные п.2.2. договора, в следующем объеме:

- Система "ЭЙДОС" проинсталлирована на компьютерах, указанных руководителем аналитического центра администрации Ярославской области,
- обучены 2-е специалистов по эксплуатации Системы и разработке приложений (в качестве учебных примеров разработано два приложения: по анализу общественного мнения и по прогнозированию уровня безработицы),
- выполнены заказные доработки Системы (расчет одномерных частотных распределений и двумерных матриц сопряженности, статистики X^2, коэффициентов Пирсона, Чупрова и Крамера, реализовано автоматизированное кодирование при вводе анкет, параметрическая фильтрация анкет для обработки),
- в стадии реализации находится режим автоматизированного ремонта обучающей выборки (предприятие "ЭЙДОС" обязуется закончить данный режим и самостоятельно поставить новую версию аналитическому центру администрации Ярославской области).

Аналитический центр администрации Ярославской области оплатил за лицензию на право использования Системы "ЭЙДОС-4.0" четыре миллиона рублей за счет средств гос.бюджета по договору с информационно - аналитическим центром администрации Краснодарского края, из которых два миллиона последним перечислено предприятию "ЭЙДОС" за предоставление права на сублицензирование, что соотвествует п.4.2 договора.

Взаимных претензий по выполненным работам и их оплате у Сторон не имеется.

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор Научно-производственного предприятия "ЭЙДОС"
Е.В.Луценко
"__" ____ 1994 г.

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор Научно-производственной фирмы "ЭВРИТОП"
Ю.Н.Гауфман
"__" ____ 1994 г.

АКТ

сдачи - приемки научно - технической продукции в соответствии с договором № 03/94 от 20.02.94.

Настоящий акт составлен в том, что Исполнителем - Научно-производственным предприятием "ЭЙДОС" выполнены и сданы, а Заказчиком - Научно - производственной фирмой "ЭВРИТОП" приняты работы, предусмотренные п.1.1. договора, в следующем объеме:

- разработана (совместно с Заказчиком) максимальная анкета, содержащая 656 вопросов, разделенных на несколько групп: "Астрологии", "Работоспособность", "Омега-метрия", "ММРГ", а также "Общая группа", в которую вошло большое количество вопросов, взятых из различных источников;
- осуществлен ввод в Универсальную автоматизированную систему распознавания образов "ЭЙДОС-4.0" (далее: "Система") обучающей выборки, содержащей информацию 135 физических и 391 логической анкеты, анонимно: по 121 морякам АО "Новошип" (из них: 48 навигаторов, 24 средний ком.состав, 49 матросов) и 14 представителям контрольной группы;
- выполнено обучение Системы;
- Выполнена оптимизация системы признаков (анкеты), т.е. удаление из системы признаков тех из них, которые имели минимальную интегральную информативность (селективную силу). При этом был использован итерационный оптимизационный алгоритм с адаптивным шагом со следующими граничными условиями: количество признаков, удаляемых за один проход - содержание 15% от оставшегося в системе признаков суммарного количества информации; на класс распознавания не менее 1 признака, в оптимальной анкете не менее 300 признаков.
- По оптимизированной системе признаков проведено контрольное распознавание обучающей выборки, показавшее 100% валидность Системы, получены информационные (ранговые) портреты классов распознавания и признаков, а также кластеры и конструкты классов распознавания и признаков.
- По результатам расчетов на оптимизированной системе признаков распечатан стандарный комплект входных и выходных форм;
- Комплект входных и выходных форм Системы оформлен Исполнителем в виде отчета, объемом около 200 листов.

Оплата Исполнителю за выполнение вышеперечисленного объема работ осуществлена Заказчиком в форме 100% предоплаты путем перечисления в сумме: **пятьсот тысяч рублей (500000 руб.), в том числе НДС - 81300 руб. и спецналог - 12200 руб.** Заказчик констатирует, что работы выполнены Исполнителем качественно и в срок, предусмотренный условиями договора (п.1.3).

Взаимных претензий по выполненным работам и их оплате у Сторон не имеется.

ПРОДАВЕЦ:
Директор НПП "ЭЙДОС"
Е.В.Луценко
"07" 10 1994 года.
М.П.

ПОКУПАТЕЛЬ:
Вицепрезидент
АО "НОВОШИП"
В.А.Бобыр
"07" 10 1994 года.
М.П.

АКТ

приемо-передачи нематериальных активов согласно Договора от 01.08.94.

1. СТОРОНЫ:

1.1. ПРОДАВЕЦ: Научно - производственное предприятие "ЭЙДОС", Р/счет № 000644405 в фил.Гривна Кубинбанка г.Краснодара, корр.счет 700161808 в РКЦ ЦБ г.Краснодара, МФО 014100049.

1.2. ПОКУПАТЕЛЬ: АО "Новошип", г.Новороссийск, ул.Свободы, 1.

2. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

2.1. ПРОДАВЕЦ продает, а ПОКУПАТЕЛЬ покупает **три** инсталляции универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС" для IBM-совместимых персональных компьютеров (далее: "Система"), а также комплект документации по Системе в виде твердой копии и файла.

2.2. ПРОДАВЕЦ инсталлирует Систему на **трех** компьютерах ПОКУПАТЕЛЯ в течение 10 рабочих дней со дня поступления оплаты по настоящему Договору на расчетный счет ПРОДАВЦА.

2.3. Обучение специалистов, дополнительные инсталляции, поставка усовершенствованных и модифицированных версий, сопровождение и другие услуги, связанные с Системой оказываются на условиях отдельных договоров.

3. ВЫПОЛНЕННЫЕ РАБОТЫ

3.1. Настоящий Акт составлен в том, что, ПРОДАВЕЦ установил (проинсталлировал) Систему "ЭЙДОС" на **двух** компьютерах ПОКУПАТЕЛЯ.

4. РАЗНОГЛАСИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ

4.1. Платежным поручением № 828 от 23.08.94 ПОКУПАТЕЛЬ оплатил ПРОДАВЦУ *три миллиона двести одну тысячу сто двадцать рублей* (3201120 руб., в т.ч. НДС - 520502 руб. и СН - 78107 руб.), что по курсу на 23.08.94 (2161 руб./$) составило: 1481.3142$.

4.2. Вместе с тем согласно п.2 и п.3 Договора ПОКУПАТЕЛЬ должен был перечислить: 1560$ + НДС + СН, т.е. 1560$ * 1.23 = 1918.8$, таким образом ПОКУПАТЕЛЕМ недоперечислено: 1918.8$ - 1481.3142$ = 437.4858$.

4.3. Например, по курсу на момент подписания настоящего акта (2668 руб./$) ПОКУПАТЕЛЬ должен доперечислить ПРОДАВЦУ 2668 * 437.4858 = 1167212.1 (рублей).

4.4. СТОРОНЫ договорились о том, что ПОКУПАТЕЛЬ доперечисляет сумму, предусмотренную Договором, определяемую из расчета согласно п.4.3 настоящего Акта, но по курсу ММВБ на день перечисления, а ПРОДАВЕЦ производит третью инсталляцию Системы "ЭЙДОС-4.0".

4.5. При невыполнении ПОКУПАТЕЛЕМ п.4.4 настоящего Акта СТОРОНЫ считают настоящий Договор полностью выполненным без каких-либо взаимных претензий.

Настоящий Акт является основанием для финансовых взаиморасчетов СТОРОН.

ЛИЦЕНЗИАТ:

НПП "ЭЙДОС":
Директор НПП "ЭЙДОС"
Е.В.Луценко
18 апреля 1995 г.
М.П.

ЛИЦЕНЗИАР:

КЮИ МВД РФ:
Начальник института, полковник милиции
Ю.А.Агафонов
"25" 1995 г.
М.П.

АКТ

О СОВЕРШЕНИИ ДЕЙСТВИЙ, СВЯЗАННЫХ С ВЫДАЧЕЙ ПРОСТОЙ НЕИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЛИЦЕНЗИИ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ "ЭЙДОС-4.0" (ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР ОТ 01.12.94)

Комиссия в составе:

Председатель - Лаптев В.Н., полковник милиции, кандидат технических наук, доцент;

Члены комиссии - Шалин В.В., подполковник милиции;
- Селиверстов В.В., подполковник милиции.

1. ОБЪЕМ ЛИЦЕНЗИИ:

а) Лицензиат предоставляет лицензиату простую неисключительную лицензию на использование Универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-4.0" (далее: лицензируемая программа для ЭВМ) ...

б) Настоящая лицензия предоставляет Лицензиару право использовать программу для ЭВМ в своих подразделениях на **трех** своих компьютерах без ограничения количества приложений ...

2. СРОК ДЕЙСТВИЯ ЛИЦЕНЗИИ

Настоящая лицензия ... действует в течение одного (1995) года.

3. КОМИССИЯ РЕШИЛА, что условия лицензионного договора от 01.12.94 полностью выполнены Лицензиатом.

4. СТОИМОСТЬ ЛИЦЕНЗИИ

Оплата за лицензию со стороны Лицензиара в ***сумме четыре миллиона рублей*** произведена перечислением в форме 100% предоплаты. НДС и СН действующим законодательством не предусмотрены.

Взаимных долгов и претензий по договору от 01.12.94 у Лицензиата и Лицензиара нет.

Председатель комиссии: **В.Н.Лаптев**

Члены комиссии: **В.В.Шалин**
В.В.Селиверстов

УТВЕРЖДАЮ:
Директор Научно - производственного предприятия "ЭЙДОС"
Е.В.Луценко
"__" июня 1996 года
М.П.

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Кубанского государственного аграрного университета, академик РАСХН
И.Т.Трубилин
"__" июня 1996 года
М.П.

АКТ

ОБ ОКОНЧАНИИ ДЕЙСТВИЯ ЛИЦЕНЗИОННОГО СОГЛАШЕНИЯ № 25/93 ОТ 23.09.93 МЕЖДУ ИЗГОТОВИТЕЛЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И КОНЕЧНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

Изготовитель программного обеспечения: Научно - производственное предприятие "ЭЙДОС" (г.Краснодар).

Конечный пользователь: Кубанский государственный аграрный университет.

Программное обеспечение: Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС" (свидетельство РосАПО №94217).

Предмет лицензионного соглашения: "Выявление взаимосвязей между применяемыми агротехнологиями (почвы, нормы высева, удобрения, вспашка, ротация и др.) с одной стороны, и количественными и качественными результатами выращивания с/х культур с другой стороны, на основе обработки архивных данных".

Настоящий акт составлен в том, что работы, предусмотренные Лицензионным соглашением №25/93 от 23.09.93 проведены конечным пользователем в полном объеме, в связи с чем на основании п.1.4 Лицензионное соглашение прекращает действие.

Финансовые взаиморасчеты, предусмотренные Лицензионным соглашением произведены в предусмотренные им сроки в 1993 году. НДС составил: 11335 рублей.

Взаимных долгов и претензий в связи с выполнением обязательств по Лицензионному соглашению у Сторон нет.

От НПП "ЭЙДОС":
Е.В.Луценко

От Куб.агроуниверситета:
научный руководитель работ, профессор
О.А.Засухина

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ОСОБОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
"ИКАР"
350072, г.Краснодар., ул. Московская, 81
тел. 57-91-12
12.01.99 № 01-15/2

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ОКБ "ИКАР"
А.И.Ведутенко
1998 г.

А К Т

об использовании результатов диссертационной работы
ЛУЦЕНКО ЕВГЕНИЯ ВЕНИАМИНОВИЧА,
выполненной на тему:
"Разработка методологии синтеза адаптивных АСУ сложными объектами на основе применения моделей распознавания образов и принятия решений",
при разработке изделия: "Пакет разработки и функционирования распределенных отказоустойчивых систем контроля и управления" (РОСКУ) в ОКБ "ИКАР"

Комиссия в составе: главного инженера -
главного конструктора ПО — Бабенко А.И.
главного специалиста: — Орехова С.П.
ведущего сотрудника: — Антипова П.В.

составила настоящий акт в том, что научные и практические результаты, полученные в диссертационной работе Луценко Е.В., реализованы в в составе изделия: "Пакет разработки и функционирования распределенных отказоустойчивых систем контроля и управления" (РОСКУ), разрабатываемого в ОКБ "Икар" в соответствии с государственной программой.

Использование данных материалов диссертационной работы позволило повысить эффективность системы управления сложной распределенной технической системой специального назначения.

Главный инженер-
главный конструктор ПО — А.И. Бабенко

Главный специалист: — С.П. Орехов

Ведущий сотрудник: — П.В. Антипов

"УТВЕРЖДАЮ"
Заместитель начальника института по научной работе,
доктор юридических наук, профессор,
академик АМАН, полковник милиции
Г.М.Меретуков
" " января 1999г.
М.П.

А К Т
о внедрении результатов диссертационного исследования
ЛУЦЕНКО ЕВГЕНИЯ ВЕНИАМИНОВИЧА
"Разработка методологии синтеза адаптивных АСУ сложными объектами на основе применения моделей распознавания образов и принятия решений"
в Краснодарском юридическом институте МВД России

Комиссия в составе:
- начальника кафедры управления и информационно-технического обеспечения ОВД полковника милиции Лаптева В.Н.- председателя комиссии;
- начальника организационно-научного и редакционно-издательского отдела полковника милиции Лукина В.К.;
- начальника отделения социально-психологического обеспечения полковника милиции Третьяка В.Г.,

установила, что научные и практические РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ Луценко Е.В. "Разработка методологии синтеза адаптивных АСУ сложными объектами на основе применения моделей распознавания образов и принятия решений", а именно:
- теоретические положения о комплексном применении методов распознавания и принятия решений в адаптивных АСУ;
- обобщенная математическая модель распознавания и принятия решений в АСУ сложными системами;
- алгоритм и программная реализация этой математической модели в виде системы "ЭЙДОС",

ИСПОЛЬЗУЮТСЯ кафедрой управления и информационно-технического обеспечения ОВД в учебно-научных комплексах (УМК) следующих дисциплин /и темах/:

ИНФОРМАТИКА И МАТЕМАТИКА:
Тема-8. Использование прикладных программ в деятельности сотрудников ОВД. СУБД;
Тема-10. Информационные системы и АРМы в ОВД;
Тема-14. Математические основы анализа и прогнозирования;
Тема-16. Системы подготовки и принятия решений. Экспертные системы;

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ:
Тема-10. Управление и его системообразующая роль;
Тема-11. Концепция информационной картины мира;
Тема-12. Информационная или закономерности информационных процессов и технологий;

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОВД:
Тема-1. Основные сведения о НИТ и их реализация в ОВД.

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОВД:
Тема-14. Математические основы обеспечения управления деятельностью ОВД;

ПРИМЕНЕНЫ отделением социально-психологического обеспечения ОК при проведении научно-исследовательских работ по теме: "Управление персоналом: кадровый отбор и коррекция поведения постоянного и переменного состава Краснодарского юридического института МВД РФ";

ПРЕДСТАВЛЕНЫ в его изданных институтом монографиях, учебно-методических пособиях и статьях.

Использование указанных положений, выводов и результатов диссертационного исследования Луценко Е.В. позволило повысить качество и эффективность учебно-воспитательного процесса, научных исследований и прикладных методических разработок.

Председатель комиссии:

начальник кафедры управления и информационно-технического обеспечения, кандидат технических наук, доцент, полковник милиции — В.Н.Лаптев

Члены комиссии:

начальник организационно - научного и редакционно – издательского отдела, кандидат экономических наук, доцент, полковник милиции — В.К.Лукин

начальник отделения СПО ОК, кандидат психологических наук, полковник милиции — В.Г.Третьяк

"УТВЕРЖДАЮ"
Ректор Технического Университета
доктор технических наук, профессор
В. С. Симанков
2002г.

"УТВЕРЖДАЮ"
Начальник Центра правительственной связи в Краснодарском крае
В. Д. Рощупкин
01 2002г.

АКТ
выполнения Соглашения о научно-техническом сотрудничестве

В соответствии с Соглашением о научно-техническом сотрудничестве Центра правительственной связи в Краснодарском крае (ЦПС) и Технического Университета КубГТУ (ТУ КубГТУ) выполнены следующие работы:

1. С целью изучения возможности использования разработанной ТУ КубГТУ адаптивной системы анализа и прогнозирования состояний сложных систем "Дельта" (патент РФ №2000610164 от 03.04.2000) для решения информационно-аналитических задач ЦПС был проведен анализ общественно-политической ситуации в Краснодарском крае, в ходе которого исследовалось общественное мнение жителей края по вопросам:
- отношения населения к средствам массовой информации;
- отношения населения к принятию Земельного кодекса;
- ретроспективный прогноз результатов выборов Президента РФ.

В ходе данных исследований использовались результаты социологических опросов, представленных ЦПС. Было обработано более 800 социологических анкет и проанализировано около 22000 ответов респондентов.

2. Разработан программный интерфейс, обеспечивающий совместимость по исходным данным системы "Дельта" и программного обеспечения, используемого в ЦПС, что обеспечило автоматизированный ввод исходных данных для анализа в систему "Дельта". произведена адаптация системы "Дельта" для решения информационно-аналитических задач ЦПС.

3. Результаты исследований были представлены, обсуждены и положительно оценены на совместном совещании с представителями Главного Управления Информационных Систем ФАПСИ: начальник 2-го управления ГУИС ФАПСИ М.В.Черненков, начальник отдела НИИ "Контур" Н.Д.Швечков. На совещании принято решение о демонстрации системы анализа и прогнозирования состояний сложных систем "ДЕЛЬТА в ГУИС ФАПСИ.

4. Таким образом, Соглашение о научно-техническом сотрудничестве выполнено полностью.

Вывод:

1. Разработанная ТУ КубГТУ адаптивная система анализа и прогнозирования состояний сложных систем "Дельта" *соответствует* предъявленным требованиям и уровню задач, выполняемых ЦПС.

2. Целесообразно:

– разработать новую версию системы "Дельта", с учетом предложений ЦПС, на базе современных инструментальных средств;

– продолжить сотрудничество по совершенствованию данного программного обеспечения с целью совершенствования технологии интеллектуальной автоматизированной обработки информации по вопросам изучения общественного мнения в области социально-экономической политики и выборных процессов.

Директор Инновационного центра
ТУ КубГТУ, к.т.н.
Е. В. Луценко
"22" 01 2002г.

Заместитель начальника ЦПС,
начальник Регионального информационно-аналитического центра
А. П. Редько
"22" 01 2002г.

"УТВЕРЖДАЮ"
Заместитель начальника Краснодарского юридического института МВД РФ по научной работе
доктор философских, профессор, полковник милиции
В.В.Шалин
31 мая 2002 г.
М.П.

АКТ
внедрения универсальной когнитивной аналитической системы "ЭЙДОС"
для решения задач АСУ качеством подготовки специалистов в КЮИ МВД РФ

Комиссия в составе председателя – начальника кафедры общей и юридической психологии, кандидата психологических наук, доцента, полковника милиции Третьяк В.Г. и членов комиссии: – начальника кафедры естественнонаучных дисциплин и информационных технологий в ОВД, кандидата физико-математических наук, майора милиции Михайленко Е.В., заместителя начальника учебного отдела, кандидата юридических наук, майора милиции Савченко М.В. и начальника отделения социально-психологического обеспечения, кандидата социологических наук, подполковника милиции Черникова С.Г. составили настоящий акт в том, что

- универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" (автор: доцент кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности Кубанского государственного технологического университета, кандидат технических наук Луценко Е.В.) была приобретена КЮИ МВД РФ у разработчика в 1994 году;

- на основе данных по абитуриентам и учащимся КЮИ МВД РФ за 1995 – 2002 годы (7-летний лонгитюд) с помощью системы "Эйдос" был осуществлен синтез содержательной информационной модели, отражающей информационные взаимосвязи между индивидуальными личностными особенностями учащихся и их учебными и профессиональными достижениями;

- размерность модели составила: 318 прогнозируемых состояний учащихся и выпускников КЮИ МВД РФ, 129 градаций факторов, 69 прецедентов в обучающей выборке, 76128 фактов;

- с помощью модели решены следующие задачи прогнозирования, входящие в состав рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов: 1) поступление в вуз; 2) успешность обучения в вузе по различным дисциплинам и циклам дисциплин; 3) успешность окончания вуза; 4) причины отчисления; 5) успешность профессиональной деятельности после окончания вуза; 5) продолжительность профессиональной деятельности по специальности, полученной в вузе; 6) причины ухода из ОВД (средневзвешенная достоверность прогнозирования составила 83%);

- система "Эйдос", как специальное программное средство (инструментарий интеллектуальной обработки информации), продемонстрировала возможность решения задач выбора оптимальной педагогической технологии для перевода учащегося из текущего состояния в заданное целевое состояние;

- технология применения системы "Эйдос", разработанная автором для КЮИ МВД РФ, позволяет заблаговременно принимать обоснованные решения о целесообразности обучения конкретных курсантов по тем или иным специальностям.

Перспективно применение данного инструментария и технологии в адаптивном режиме на систематической основе на выборках значительно большего и постоянно увеличивающегося объема по широкому спектру специальностей, в том числе и на межвузовском и межведомственном уровне.

Председатель комиссии:
Начальник кафедры общей и юридической психологии
кандидат психологических наук, доцент
полковник милиции — В.Г. Третьяк
31 05 2002 г.

Члены комиссии:
Начальник кафедры естественнонаучных дисциплин и информационных технологий в ОВД
кандидат физико-математических наук
майор милиции — Е.В. Михайленко
" " 2002 г.

Заместитель начальника учебного отдела,
кандидат юридических наук,
майор милиции — М.В. Савченко
31 05 2002 г.

Начальник отделения социально-психологического обеспечения учебного процесса
кандидат социологических наук
подполковник милиции — С.Г. Черников
31 05 2002 г.

"УТВЕРЖДАЮ"
Проректор Кубанского государственного технологического университета по научной работе доктор технических наук, профессор

Ю.Ф. Росляков

"__" _____ 2002 г.

М.П.

АКТ

внедрения универсальной когнитивной аналитической системы "ЭЙДОС" в учебном процессе КубГТУ при преподавании дисциплин кафедры Информатики: "Новые информационные технологии в учебном процессе"; "Комплексные технологии в науке и образовании" по специальности 020300 – Социология

Комиссия в составе: председателя – заведующего кафедрой информатики КубГТУ Атрощенко В.А., д.т.н., профессора и членов комиссии: профессора кафедры информатики КубГТУ Лысенко М.П., к.т.н., и доцента кафедры информатики КубГТУ Петриченко Г.С., к.т.н., составили настоящий акт в том, что универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" (автор: доцент кафедры компьютерных технологий и информационной безопасности (КТ и ИБ) КубГТУ, к.т.н. Луценко Е.В.) внедрена в учебном процессе КубГТУ при преподавании дисциплин кафедры информатики:

- "Новые информационные технологии в учебном процессе";
- "Комплексные технологии в науке и образовании"

по специальности 020300 – Социология (социально-гуманитарный факультет).

Изучение компьютерной технологии интеллектуальной обработки данных осуществлялось в форме деловой игры на примере разработки и применения приложения системы "Эйдос", обеспечивающей анализ и прогнозирование результатов учебной работы студентов на основе учета их социально-мотивационной характеристики, ценностной ориентации и бытовой среды. При этом учащимися на реальных данных были успешно решены следующие задачи: формализация предметной области, подготовка обучающей выборки, синтез семантической информационной модели предметной области, оптимизация модели, проверка ее адекватности, идентификация и прогнозирование, типологический анализ. В процессе деловой игры учащимися освоена технология применения автоматизированного системного анализа с применением графической визуализации в форме семантических сетей и когнитивных диаграмм.

Автор системы "ЭЙДОС" к.т.н. доцент кафедры КТ и ИБ Луценко Е.В. разработал курс лекций и лабораторный практикум по данным дисциплинам.

Председатель комиссии:
Заведующий кафедрой информатики КубГТУ,
д.т.н., профессор

_____ В.А.Атрощенко

"25" мая 2002 г.

Члены комиссии:
профессор кафедры информатики КубГТУ к.т.н.;

_____ Лысенко М.П.

"24" мая 2002 г.

Доцент кафедры информатики КубГТУ, к.т.н.

_____ Петриченко Г.С.

"28" мая 2002 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ.- М.: Машиностроение, 1984. -309 с.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. - 320 с., Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.. Основы системного анализа. Томск Изд-во науч.-техн. лит. 1997. 389с.
3. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с.
4. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с.
5. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с.
6. Симанков В.С., Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении: Монография (научное издание). /Под науч. ред. В.С.Симанкова. – Краснодар: ИСТЭК КубГТУ, 2001. – 258с.
7. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.

8. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с.

9. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с.

10. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп.– Краснодар: КубГАУ, 2006. – 615 с.

11. Луценко Е.В. Лабораторный практикум по интеллектуальным информационным системам: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 318с.

12. Наприев И.Л., Луценко Е.В., Чистилин А.Н. Образ-Я и стилевые особенности деятельности сотрудников органов внутренних дел в экстремальных условиях. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2008. – 262 с.

13. Луценко Е. В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование и принятие решений в растениеводстве с применением технологий искусственного интеллекта: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 257 с.

14. Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с.

15. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ) (на примере АСУ вузом): Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2009. – 536 с.

16. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Ермоленко В.В. Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм: Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2011. – 392 с.

17. Наприев И.Л., Луценко Е.В. Образ-я и стилевые особенности личности в экстремальных условиях: Монография (научное издание). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG,. 2012. – 262 с. Номер проекта: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8

18. Трунев А.П., Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния факторов космической среды на ноосферу, магнитосферу и литосферу Земли: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И.Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2012. – 480 с. ISBN 978-5-94672-519-4

19. Трубилин А.И., Барановская Т.П., Лойко В.И., Луценко Е.В. Модели и методы управления экономикой АПК региона. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2012. – 528 с. ISBN 978-5-94672-584-2

20. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf, 0,812 у.п.л.

21. Луценко Е.В. Численный расчет эластичности объектов информационной безопасности на основе системной теории информации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 16 – 27. – IDA [article ID]: 0010301005. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/05.pdf, 0,75 у.п.л.

22. Луценко Е.В. Анализ профессиональных траекторий специалистов с применением системы "Эйдос" / Е.В. Луценко, В.Г. Третьяк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 55 – 58. – IDA [article ID]: 0010301008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/08.pdf, 0,25 у.п.л.

23. Луценко Е.В. Диагностика и прогнозирование профессиональных и творческих способностей методом АСК-анализа электроэнцефалограмм в системе "Эйдос" / Е.В. Луценко, А.Н. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 59 – 61. – IDA [article ID]: 0010301009. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/09.pdf, 0,188 у.п.л.

24. Луценко Е.В. Методика использования репозитария UCI для оценки качества математических моделей систем искусственного интеллекта / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 120 – 145. – IDA [article ID]: 0020302012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/12.pdf, 1,625 у.п.л.

25. Луценко Е.В. Атрибуция текстов, как обобщенная задача идентификации и прогнозирования / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 146 – 164. – IDA [article ID]: 0020302013. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/13.pdf, 1,188 у.п.л.

26. Луценко Е.В. Математический метод СК-анализа в свете идей интервальной бутстрепной робастной статистики объектов нечисловой природы / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 312 – 340. – IDA [article ID]: 0030401013. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/13.pdf, 1,812 у.п.л.

27. Луценко Е.В. Типовая методика и инструментарий когнитивной структуризации и формализации задач в СК-анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 388 – 414. – IDA [article ID]: 0030401016. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf, 1,688 у.п.л.

28. Ткачев А.Н. Качество жизни населения, как интегральный критерий оценки эффективности деятельности региональной администрации / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 171 – 185. – IDA [article ID]: 0040402014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/14.pdf, 0,938 у.п.л.

29. Луценко Е.В. Возможности прогнозирования учебных достижений студентов на основе АСК-анализа их имеджевых фотороботов / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 151 – 170. – IDA [article ID]: 0040402013. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/13.pdf, 1,25 у.п.л.

30. Луценко Е.В. Идентификация слов по входящим в них буквам с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 130 – 150. – IDA [article ID]: 0040402012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/12.pdf, 1,312 у.п.л.

31. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 44 – 65. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf, 1,375 у.п.л.

32. Луценко Е.В. Атрибуция анонимных и псевдонимных текстов в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 44 – 43. – IDA [article ID]: 0050403003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/03.pdf, 0 у.п.л.

33. Ткачев А.Н. Формальная постановка задачи и синтез многоуровневой модели влияния инвестиций на экономическую составляющую качества жизни / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 185 – 213. – IDA [article ID]: 0060404017. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/17.pdf, 1,812 у.п.л.

34. Лопатина Л.М. Создание автоматизированной системы мониторинга, анализа, прогноза и управления продуктивностью сельскохозяйственных культур / Л.М. Лопатина, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 52 – 61. – IDA [article ID]: 0020302007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/07.pdf, 0,625 у.п.л.

35. Ткачев А.Н. Исследование многоуровневой семантической информационной модели влияния инвестиций на уровень качества жизни населения региона / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 228 – 267. – IDA [article ID]: 0060404019. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/19.pdf, 2,5 у.п.л.

36. Ткачев А.Н. Гуманистическая экономика и цели региональной администрации / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 214 – 227. – IDA [article ID]: 0060404018. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/18.pdf, 0,875 у.п.л.

37. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: описание эксперимента / Т.Н. Щукин, В.Б. Дорохов, А.Н. Лебедев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 277 – 289. – IDA [article ID]: 0060404021. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/21.pdf, 0,812 у.п.л.

38. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: анализ результатов исследования / Т.Н. Щукин, В.Б. Дорохов, А.Н. Лебедев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 290 – 306. – IDA [article ID]: 0060404022. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/22.pdf, 1,062 у.п.л.

39. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: постановка задачи / Т.Н. Щукин, В.Б. Дорохов, А.Н. Лебедев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 268 – 276. – IDA [article ID]: 0060404020. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/20.pdf, 0,562 у.п.л.

40. Лопатина Л.М. Концептуальная постановка задачи: "Прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания заданной культуры в заданной точке" / Л.М. Лопатина, И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 86 – 100. – IDA [article ID]: 0070405008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/08.pdf, 0,938 у.п.л.

41. Сафронова Т.И. Когнитивная структуризация и формализация задачи управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 133 – 147. – IDA [article ID]: 0070405013. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/13.pdf, 0,938 у.п.л.

42. Сафронова Т.И. Синтез, оптимизация и верификация семантической информационной модели управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 125 – 132. – IDA [article ID]: 0070405012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/12.pdf, 0,5 у.п.л.

43. Сафронова Т.И. Исследование семантической информационной модели управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 148 – 171. – IDA [article ID]: 0070405014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/14.pdf, 1,5 у.п.л.

44. Сафронова Т.И. Проблема управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах и концепция ее решения / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 116 – 124. – IDA [article ID]: 0070405011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/11.pdf, 0,562 у.п.л.

45. Луценко Е.В. Критерии реальности и принцип эквивалентности виртуальной и "истинной" реальности / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №06(008). С. 70 – 88. – IDA [article ID]: 0080406010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/06/pdf/10.pdf, 1,188 у.п.л.

46. Луценко Е.В. Виртуализация общества как основной информационный аспект глобализации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №01(009). С. 6 – 43. – IDA [article ID]: 0090501002. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/02.pdf, 2,375 у.п.л.

47. Калустов А.А. Применение автоматизированного системно-когнитивного анализа для совершенствования методов компьютерной селекции подсолнечника / А.А. Калустов, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №02(010). С. 110 – 128. – IDA [article ID]: 0100502010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/10.pdf, 1,188 у.п.л.

48. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(011). С. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf, 1,188 у.п.л.

49. Луценко Е.В. Косвенная идентификация селекционно-значимых особенностей генотипа подсолнечника с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №07(015). С. 32 – 58. – IDA [article ID]: 0150507003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2005/07/pdf/03.pdf, 1,688 у.п.л.

50. Луценко Е.В. Математическое и численное моделирование динамики плотности вероятности состояний сознания человека в эволюции с применением теории

Марковских случайных процессов / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №07(015). С. 59 – 76. – IDA [article ID]: 0150507004. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2005/07/pdf/04.pdf, 1,125 у.п.л.

51. Луценко Е.В. Прогнозирование учебных достижений студентов на основе особенностей их почерка с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №04(020). С. 309 – 327. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0083, IDA [article ID]: 0200604027. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2006/04/pdf/27.pdf, 1,188 у.п.л.

52. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(021). С. 355 – 374. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0089, IDA [article ID]: 0210605031. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf, 1,25 у.п.л.

53. Луценко Е.В. Автоматизированная система управления качеством подготовки специалистов (актуальность и предпосылки создания) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №08(024). С. 537 – 544. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0191, IDA [article ID]: 0240608052. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/52.pdf, 0,5 у.п.л.

54. Луценко Е.В. Концептуальные подходы к созданию рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов (Часть II: двухуровневая рефлексивная АСУ качеством подготовки специалистов, как АСУ ТП в образовании) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 16 – 35. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0005, IDA [article ID]: 0250701002. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/02.pdf, 1,25 у.п.л.

55. Луценко Е.В. Концептуальные подходы к созданию рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов (Часть III: методологические аспекты решения проблемы) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 36 – 54. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0004, IDA [article ID]: 0250701003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/03.pdf, 1,188 у.п.л.

56. Луценко Е.В. Концептуальные подходы к созданию рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов (Часть I: проблема, и ее декомпозиция в последовательность задач) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 1 – 15. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0006,

IDA [article ID]: 0250701001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/01.pdf, 0,938 у.п.л.

57. Луценко Е.В. Типизация и идентификация респондентов в социологии по их астрономическим показателями на момент рождения. / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, В.Н. Шашин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 217 – 250. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0014, IDA [article ID]: 0250701014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/14.pdf, 2,125 у.п.л.

58. Луценко Е.В. Методика написания статей в политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета / Е.В. Луценко, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №03(027). С. 241 – 256. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0043, IDA [article ID]: 0270703022. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/03/pdf/22.pdf, 1 у.п.л.

59. Луценко Е.В. Синтез многоуровневых семантических информационных моделей активных объектов управления в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко, И.Л. Наприев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №04(028). С. 89 – 110. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0081, IDA [article ID]: 0280704011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/04/pdf/11.pdf, 1,375 у.п.л.

60. Луценко Е.В. Прогнозирование рисков ОСАГО (андерайтинг) с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко, Н.А. Подставкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №05(029). С. 90 – 112. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0096, IDA [article ID]: 0290705008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/05/pdf/08.pdf, 1,438 у.п.л.

61. Луценко Е.В. Поддержка принятия решений по выбору номенклатуры и формы оплаты автомобилей с целью максимизации прибыли и рентабельности (на примере автоцентра Reno фирмы ООО "Модус-Краснодар") / Е.В. Луценко, Ю.Ю. Бараненкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №05(029). С. 149 – 173. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0094, IDA [article ID]: 0290705012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/05/pdf/12.pdf, 1,562 у.п.л.

62. Луценко Е.В. АСУ вузом как самоорганизующаяся система / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 112 – 126. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0106, IDA [article ID]: 0300706008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/08.pdf, 0,938 у.п.л.

63. Луценко Е.В. Автоматизированный системный анализ как средство пересинтеза модели активного объекта управления при прохождения им точки бифуркации / Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал

КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 140 – 158. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0105, IDA [article ID]: 0300706010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf, 1,188 у.п.л.

64. Наприев И.Л. Структурное моделирование изменения стилистических особенностей деятельности сотрудников органов внутренних дел под влиянием экстремальных условий / И.Л. Наприев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 94 – 111. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0115, IDA [article ID]: 0300706007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/07.pdf, 1,125 у.п.л.

65. Наприев И.Л. Структурное моделирование изменений образа-Я сотрудников органов внутренних дел под влиянием экстремальных условий / И.Л. Наприев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 69 – 93. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0116, IDA [article ID]: 0300706006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/06.pdf, 1,562 у.п.л.

66. Луценко Е.В. "Антитьюринг", или критика теста Тьюринга с позиций информационно-функциональной теории развития техники / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №10(034). С. 79 – 97. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0182, IDA [article ID]: 0340710006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/06.pdf, 1,188 у.п.л.

67. Луценко Е.В. Астросоциотипология и спектральный анализ личности по астросоциотипам с применением семантических информационных мультимоделей / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №01(035). С. 101 – 151. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0002, IDA [article ID]: 0350801010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/10.pdf, 3,188 у.п.л.

68. Луценко Е.В. Семантическая информационная модель СК-анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 193 – 211. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0015, IDA [article ID]: 0360802012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/12.pdf, 1,188 у.п.л.

69. Луценко Е.В. Программная идея системного обобщения математики и ее применение для создания системной теории информации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 175 – 192. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0016, IDA [article ID]: 0360802011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/11.pdf, 1,125 у.п.л.

70. Луценко Е.В. Повышение адекватности спектрального анализа личности по астросоциотипам путем их разделения на типичную и нетипичную части / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)

[Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 153 – 174. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0017, IDA [article ID]: 0360802010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/10.pdf, 1,375 у.п.л.

71. Луценко Е.В. Неформальная постановка и обсуждение задач, возникающих при системном обобщении теории множеств на основе системной теории информации (Часть 1-я: задачи 1-3) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №03(037). С. 154 – 185. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0031, IDA [article ID]: 0370803012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/03/pdf/12.pdf, 2 у.п.л.

72. Луценко Е.В. Artificial intelligence system for identification of social categories of natives based on astronomical parameters / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №03(037). С. 65 – 85. – IDA [article ID]: 0370803007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/03/pdf/07.pdf, 1,312 у.п.л.

73. Луценко Е.В. Постановка задачи и синтез модели прогнозирования урожайности зерновых колосовых и поддержки принятия решений по рациональному выбору агротехнологий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 80 – 100. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0048, IDA [article ID]: 0380804006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/06.pdf, 1,312 у.п.л.

74. Луценко Е.В. Неформальная постановка и обсуждение задач, возникающих при системном обобщении теории множеств на основе системной теории информации (Часть 2-я: задачи 4–9) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 26 – 65. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0049, IDA [article ID]: 0380804003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/03.pdf, 2,5 у.п.л.

75. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности зерновых колосовых и поддержка принятия решений по рациональному выбору агротехнологий с применением СК-анализа / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 101 – 126. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0047, IDA [article ID]: 0380804007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/07.pdf, 1,625 у.п.л.

76. Луценко Е.В. Применение технологий искусственного интеллекта для углубленных маркетинговых исследований аудитории рекламодателей глянцевых журналов краснодарского края / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.Д. Мачулин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №05(039). С. 11 – 57. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0055, IDA [article ID]: 0390805003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/05/pdf/03.pdf, 2,938 у.п.л.

77. Луценко Е.В. Прогнозирование рисков автострахования КАСКО с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №06(040). С. 91 – 104. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0071, IDA [article ID]: 0400806011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/06/pdf/11.pdf, 0,875 у.п.л.

78. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf, 4,812 у.п.л.

79. Луценко Е.В. Системно-когнитивный подход к построению многоуровневой семантической информационной модели управления агропромышленным холдингом / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 194 – 214. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0095, IDA [article ID]: 0410807011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/11.pdf, 1,312 у.п.л.

80. Луценко Е.В. Исследование характеристик исходных данных по агропромышленному холдингу и разработка программного интерфейса их объединения и стандартизации (формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 215 – 246. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0094, IDA [article ID]: 0410807012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/12.pdf, 2 у.п.л.

81. Луценко Е.В. Синтез и верификация двухуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 1 – 15. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0120, IDA [article ID]: 0420808001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/01.pdf, 0,938 у.п.л.

82. Луценко Е.В. Математическая сущность системной теории информации (СТИ) (Системное обобщение формулы Больцмана-Найквиста-Хартли, синтез семантической теории информации Харкевича и теории информации Шеннона) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 76 – 103. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0114, IDA [article ID]: 0420808004. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/04.pdf, 1,75 у.п.л.

83. Луценко Е.В. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной модели / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 16 – 34. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0119, IDA [article ID]: 0420808002. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/02.pdf, 1,188 у.п.л.

84. Луценко Е.В. Исследование двухуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 35 – 75. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0118, IDA [article ID]: 0420808003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/03.pdf, 2,562 у.п.л.

85. Луценко Е.В. Проблема референтного класса и ее концептуальное, математическое и инструментальное решение в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №09(043). С. 1 – 47. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0130, IDA [article ID]: 0430809001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/09/pdf/01.pdf, 2,938 у.п.л.

86. Трунев А.П. Фундаментальные закономерности распознавания социальных категорий по астрономическим данным на момент рождения / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 1 – 27. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0138, IDA [article ID]: 0440810001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/01.pdf, 1,688 у.п.л.

87. Трунев А.П. Исследование вариабельности интегральной информативности моделей реагирования субъектов на положение небесных тел солнечной системы в момент рождения / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 101 – 116. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0014, IDA [article ID]: 0450901009. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/09.pdf, 1 у.п.л.

88. Луценко Е.В. Методология применения системно-когнитивного анализа для синтеза многоуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга и решения на ее основе задач прогнозирования, поддержки принятия управленческих решений и научных исследований / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 11 – 29. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0006, IDA [article ID]: 0450901002. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/02.pdf, 1,188 у.п.л.

89. Луценко Е.В. СК-анализ и система "Эйдос" в свете философии Платона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 91 – 100. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0010, IDA [article ID]: 0450901008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/08.pdf, 0,625 у.п.л.

90. Трунев А.П. Устойчивость зависимости интегральной информативности от расстояния до небесных тел Солнечной системы / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // По-

литематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(046). С. 175 – 201. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0016, IDA [article ID]: 0460902012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/12.pdf, 1,688 у.п.л.

91. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ изображений (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(046). С. 146 – 164. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0017, IDA [article ID]: 0460902010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/10.pdf, 1,188 у.п.л.

92. Луценко Е.В. Решение обобщенной задачи о назначениях в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 83 – 108. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0070, IDA [article ID]: 0510907004. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/04.pdf, 1,625 у.п.л.

93. Луценко Е.В. Системно-когнитивный подход к синтезу эффективного алфавита / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 109 – 129. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0067, IDA [article ID]: 0510907005. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/05.pdf, 1,312 у.п.л.

94. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ функций и восстановление их значений по признакам аргумента на основе априорной информации (интеллектуальные технологии интерполяции, экстраполяции, прогнозирования и принятия решений по картографическим базам данных) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 130 – 154. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0066, IDA [article ID]: 0510907006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf, 1,562 у.п.л.

95. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (синтез и верификация семантической информационной модели) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 38 – 46. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0072, IDA [article ID]: 0510907002. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/02.pdf, 0,562 у.п.л.

96. Системно-когнитивный подход к прогнозированию длительности послеоперационного восстановительного периода на основе информации о пациенте, полученной методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) (когнитивная структуризация и формализация предметной области и подготовка обучающей выборки) / В.М. Покровский, С.В. Полищук, Е.В. Фомина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009.

– №07(051). С. 163 – 190. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0084, IDA [article ID]: 0510907008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/08.pdf, 1,75 у.п.л.

97. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (прогнозирование, принятие решений и исследование предметной области) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 47 – 82. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0071, IDA [article ID]: 0510907003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/03.pdf, 2,25 у.п.л.

98. Системно-когнитивный подход к прогнозированию длительности послеоперационного восстановительного периода на основе информации о пациенте, полученной методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) (решение задач прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования предметной области) / В.М. Покровский, С.В. Полищук, Е.В. Фомина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 207 – 247. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0082, IDA [article ID]: 0510907010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/10.pdf, 2,562 у.п.л.

99. Системно-когнитивный подход к прогнозированию длительности послеоперационного восстановительного периода на основе информации о пациенте, полученной методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) (синтез и верификация семантической информационной модели) / В.М. Покровский, С.В. Полищук, Е.В. Фомина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 191 – 206. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0083, IDA [article ID]: 0510907009. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/09.pdf, 1 у.п.л.

100. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (когнитивная структуризация и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 1 – 37. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0073, IDA [article ID]: 0510907001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/01.pdf, 2,312 у.п.л.

101. Луценко Е.В. Автоматизированные технологии управления знаниями в агропромышленном холдинге / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 98 – 109. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0088, IDA [article ID]: 0520908007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/07.pdf, 0,75 у.п.л.

102. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений по астрономическим данным с использованием системы искусственного интеллекта / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 172 – 194. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0086, IDA [article ID]: 0520908013. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/13.pdf, 1,438 у.п.л.

103. Биометрическая оценка полиморфизма сортогрупп винограда Пино и Рислинг по морфологическим признакам листьев среднего яруса кроны / Л.П. Трошин, Е.В. Луценко, П.П. Подваленко, А.С. Звягин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 1 – 14. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0097, IDA [article ID]: 0520908001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/01.pdf, 0,875 у.п.л.

104. Трунев А.П. Прогнозирование сейсмической активности и климата на основе семантических информационных моделей / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №09(053). С. 98 – 122. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0098, IDA [article ID]: 0530909009. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/09/pdf/09.pdf, 1,562 у.п.л.

105. Шеляг М.М. Математическая модель и инструментарий управления объемами производства продукции в АПК на основе структуры затрат (по материалам Краснодарского Края) / М.М. Шеляг, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 94 – 122. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0112, IDA [article ID]: 0540910006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/06.pdf, 1,812 у.п.л.

106. Луценко Е.В. Управление агропромышленным холдингом на основе когнитивных функций связи результатов работы холдинга и характеристик его предприятий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 248 – 260. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0111, IDA [article ID]: 0540910015. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/15.pdf, 0,812 у.п.л.

107. Луценко Е.В. Повышение качества моделей «knowledge management» путем разделения классов на типичную и нетипичную части / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 78 – 93. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0109, IDA [article ID]: 0540910005. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/05.pdf, 1 у.п.л.

108. Луценко Е.В. 30 лет системе «Эйдос» – одной из старейших отечественных универсальных систем искусственного интеллекта, широко применяемых и развивающихся и в настоящее время / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 48 – 77. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0110, IDA [article ID]: 0540910004. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/04.pdf, 1,875 у.п.л.

109. Трунев А.П. Системно-когнитивный анализ и прогнозирование сейсмической активности литосферы Земли, как глобальной активной геосистемы / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №01(055). С. 299 – 321. –

Шифр Информрегистра: 0421000012\0001, IDA [article ID]: 0551001022. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/22.pdf, 1,438 у.п.л.

110. Трунев А.П. Семантические информационные модели глобальной сейсмической активности при смещении географического и магнитного полюса / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №02(056). С. 195 – 223. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0023, IDA [article ID]: 0561002015. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/02/pdf/15.pdf, 1,812 у.п.л.

111. Трунев А.П. Корреляция фондового индекса s & p 500 с астрономическими и геофизическими параметрами (Системно-когнитивный анализ взаимосвязи ноосферы, литосферы, магнитосферы и космической среды) / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №03(057). С. 237 – 256. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0039, IDA [article ID]: 0571003013. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/03/pdf/13.pdf, 1,25 у.п.л.

112. Макаревич О.А. Применение технологий искусственного интеллекта для прогнозирования и управления в агропромышленном холдинге / О.А. Макаревич, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 149 – 157. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0093, IDA [article ID]: 0591005010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/10.pdf, 0,562 у.п.л.

113. Луценко Е.В. Интеллектуальное управление номенклатурой и объемами реализации в торговой фирме / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, Д.С. Чичерин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 111 – 139. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0094, IDA [article ID]: 0591005008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/08.pdf, 1,812 у.п.л.

114. Луценко Е.В. Интеллектуальная система прогнозирования последствий ошибочного конфигурирования системы безопасности MS Windows / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.А. Дубянский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 53 – 78. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0090, IDA [article ID]: 0591005006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/06.pdf, 1,625 у.п.л.

115. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 у.п.л.

116. Луценко Е.В. «Эйдос-астра» – интеллектуальная система научных исследований влияния космической среды на поведение глобальных геосистем / Е.В. Лу-

ценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №07(061). С. 204 – 228. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0163, IDA [article ID]: 0611007017. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/17.pdf, 1,562 у.п.л.

117. Луценко Е.В. Когнитивные функции как адекватный инструмент для формального представления причинно-следственных зависимостей / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 1 – 23. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0233, IDA [article ID]: 0631009001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/01.pdf, 1,438 у.п.л.

118. Луценко Е.В. АСК-анализ как адекватный инструмент контроллинга и менеджмента для средней и малой фирмы / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 24 – 55. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0238, IDA [article ID]: 0631009002. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/02.pdf, 2 у.п.л.

119. Луценко Е.В. Прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) с применением АСК-анализа (часть 1) / Е.В. Луценко, Е.В. Сергеева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №10(064). С. 142 – 178. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0280, IDA [article ID]: 0641010014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/14.pdf, 2,312 у.п.л.

120. Луценко Е.В. Прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) с применением АСК-анализа (часть 2) / Е.В. Луценко, Е.В. Сергеева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №10(064). С. 179 – 203. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0279, IDA [article ID]: 0641010015. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/15.pdf, 1,562 у.п.л.

121. Трунев А.П. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния тел Солнечной системы на движение полюса Земли и визуализация причинно-следственных зависимостей в виде когнитивных функций / А.П. Трунев, Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №01(065). С. 232 – 258. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0002, IDA [article ID]: 0651101020. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/20.pdf, 1,688 у.п.л.

122. Луценко Е.В. Реализация операции объединения систем в системном обобщении теории множеств (объединение булеанов) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №01(065). С. 354 – 391. – Шифр Информрегистра:

0421100012\0001, IDA [article ID]: 0651101029. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/29.pdf, 2,375 у.п.л.

123. Луценко Е.В. Обобщенный коэффициент эмерджентности Хартли как количественная мера синергетического эффекта объединения булеанов в системном обобщении теории множеств / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №02(066). С. 535 – 545. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0031, IDA [article ID]: 0661102045. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/45.pdf, 0,688 у.п.л.

124. Трунев А.П. Семантические информационные модели влияния солнечных пятен на сейсмическую активность, движение полюса и магнитное поле Земли / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №02(066). С. 546 – 571. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0030, IDA [article ID]: 0661102046. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/46.pdf, 1,625 у.п.л.

125. Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций – новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(067). С. 240 – 282. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf, 2,688 у.п.л.

126. Луценко Е.В. Развитие интеллектуальной системы «Эйдос-астра», снимающее ограничения на размерность баз знаний и разрешение когнитивных функций / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Е.А. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №05(069). С. 353 – 377. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0159, IDA [article ID]: 0691105031. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/31.pdf, 1,562 у.п.л.

127. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf, 3 у.п.л.

128. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf, 3,062 у.п.л.

129. Оперативное прогнозирование значений экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 2-я: синтез и верификация модели) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал

Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 706 – 719. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0268, IDA [article ID]: 0711107050. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/50.pdf, 0,875 у.п.л.

130. Оперативное прогнозирование значений экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 1-я: постановка задачи и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 692 – 705. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0271, IDA [article ID]: 0711107049. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/49.pdf, 0,875 у.п.л.

131. Луценко Е.В. Системно-когнитивные основы автоматизации инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом с применением интеллектуальных технологий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №08(072). С. 521 – 535. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0320, IDA [article ID]: 0721108045. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/45.pdf, 0,938 у.п.л.

132. Луценко Е.В. Оперативное прогнозирование трендов экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 1-я: постановка задачи и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №09(073). С. 466 – 477. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0378, IDA [article ID]: 0731109043. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/43.pdf, 0,75 у.п.л.

133. Луценко Е.В. Оперативное прогнозирование трендов экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 2-я: синтез и верификация модели) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №09(073). С. 478 – 487. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0376, IDA [article ID]: 0731109044. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/44.pdf, 0,625 у.п.л.

134. Луценко Е.В. Разработка адаптивной методики интегральной многокритериальной оценки эффективности работы муниципальных образований в области опеки и попечительства с применением технологий искусственного интеллекта / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, К.Н. Ковалев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №09(073). С. 488 – 522. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0381, IDA [article ID]: 0731109045. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/45.pdf, 2,188 у.п.л.

135. Луценко Е.В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный на-

учный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(075). С. 638 – 680. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0025, IDA [article ID]: 0751201052. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/52.pdf, 2,688 у.п.л.

136. Луценко Е.В. Применение СК-анализа и системы «Эйдос» для синтеза когнитивной матричной передаточной функции сложного объекта управления на основе эмпирических данных / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(075). С. 681 – 714. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0008, IDA [article ID]: 0751201053. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/53.pdf, 2,125 у.п.л.

137. Луценко Е.В. Инновационные заделы интеллектуального обеспечения управленческих решений в корпорации на будущее / Е.В. Луценко, В.В. Ермоленко, Д.В. Ермоленко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №02(076). С. 814 – 831. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0167, IDA [article ID]: 0761202066. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/66.pdf, 1,125 у.п.л.

138. Автоматизированный системно-когнитивный анализ и его применение для управления социально-экономическими системами в АПК / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 654 – 698. – IDA [article ID]: 0781204055. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/55.pdf, 2,812 у.п.л.

139. Луценко Е.В. Количественная оценка уровня системности на основе меры информации К. Шеннона (конструирование коэффициента эмерджентности Шеннона) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №05(079). С. 249 – 304. – IDA [article ID]: 0791205018. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/18.pdf, 3,5 у.п.л.

140. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf, 1,812 у.п.л.

141. Луценко Е.В. Интеллектуальные модели инвестиционного управления АПК / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 540 – 581. – IDA [article ID]: 0831209041. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/41.pdf, 2,625 у.п.л.

142. Лойко В.И. Потоковые модели управления эффективностью инвестиций в агропромышленных объединениях / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государст-

венного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 615 – 631. – IDA [article ID]: 0831209043. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/43.pdf, 1,062 у.п.л.

143. Лойко В.И. Инвестиционно-ресурсное управление сельскохозяйственным производством / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 582 – 614. – IDA [article ID]: 0831209042. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/42.pdf, 2,062 у.п.л.

144. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности подсолнечника по Краснодарскому краю с применением системно-когнитивного анализа (Часть 2-я: Формальная постановка задачи и преобразование исходных данных в информацию, а ее в знания) / Е.В. Луценко, Н.О. Познышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №10(084). С. 384 – 409. – IDA [article ID]: 0841210031. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/31.pdf, 1,625 у.п.л.

145. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности подсолнечника по Краснодарскому краю с применением системно-когнитивного анализа (Часть 3-я: Решение задач прогнозирования и исследования предметной области) / Е.В. Луценко, Н.О. Познышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №10(084). С. 410 – 435. – IDA [article ID]: 0841210032. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/32.pdf, 1,625 у.п.л.

146. Луценко Е.В. Методологические основы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона с применением технологий искусственного интеллекта / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №03(087). С. 739 – 748. – IDA [article ID]: 0871303057. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/57.pdf, 0,625 у.п.л.

147. Луценко Е.В. Реализация психологических, педагогических и профориентационных тестов и супертестов без программирования в среде интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» (На примере теста: «Анализ особенностей индивидуального стиля педагогической деятельности») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 1057 – 1085. – IDA [article ID]: 0881304076. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/76.pdf, 1,812 у.п.л.

148. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf, 1,25 у.п.л.

149. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы и ее использование для прогнозирования и управления в

зерновом производстве (Часть 2 – преобразование эмпирических данных в информацию) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 1294 – 1312. – IDA [article ID]: 0891305090. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/90.pdf, 1,188 у.п.л.

150. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы и ее использование для прогнозирования и управления в зерновом производстве (Часть 1 – постановка задачи) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 1280 – 1293. – IDA [article ID]: 0891305089. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/89.pdf, 0,875 у.п.л.

151. Луценко Е.В. Реализация тестов и супертестов для ветеринарной и медицинской диагностики в среде системы искусственного интеллекта «Эйдос-Х++» без программирования / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 165 – 205. – IDA [article ID]: 0891305014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/14.pdf, 2,562 у.п.л.

152. Луценко Е.В. Коэффициент эмерджентности классических и квантовых статистических систем / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 215 – 236. – IDA [article ID]: 0901306014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/14.pdf, 1,375 у.п.л.

153. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы, ее использование для прогнозирования и управления в зерновом производстве (4 часть – исследование объекта моделирования путем исследования его модели) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 874 – 894. – IDA [article ID]: 0901306060. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/60.pdf, 1,312 у.п.л.

154. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы, ее использование для прогнозирования и управления в зерновом производстве (Часть 3 – прогнозирование и принятие решений) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 864 – 873. – IDA [article ID]: 0901306059. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/59.pdf, 0,625 у.п.л.

155. Луценко Е.В., Шульман Б.Х. Универсальная автоматизированная система анализа и прогнозирования ситуаций на фондовом рынке «ЭЙДОС-фонд». Свидетельство РосАПО №940334. Заяв. № 940336. Опубл. 23.08.94. – 50с.

156. Универсальная автоматизированная система анализа, мониторинга и прогнозирования состояний многопараметрических динамических систем "ЭЙДОС-Т". Свидетельство РосАПО №940328. Заяв. № 940324. Опубл. 18.08.94. – 50с.

157. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС". Свидетельство РосАПО №940217. Заяв. № 940103. Опубл. 11.05.94. – 50с.

158. Луценко Е.В., Симанков В.С. Автоматизированная система анализа и прогнозирования состояний сложных систем "Дельта". Пат. №2000610164 РФ / В.С.Симанков (Россия), Е.В. Луценко (Россия). Заяв. № 2000610164. Опубл. 03.03.2000. – 12 с.

159. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М. Автоматизированная система мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003610433 РФ. Заяв. № 2002611927 РФ. Опубл. от 18.02.2003.

160. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М. База данных автоматизированной системы мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003620035 РФ. Заяв. № 2002620178 РФ. Опубл. от 20.02.2003.

161. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС". Пат. № 2003610986 РФ. Заяв. № 2003610510 РФ. Опубл. от 22.04.2003.

162. Луценко Е.В., Некрасов С.Д. Автоматизированная система комплексной обработки данных психологического тестирования "ЭЙДОС-Ψ". Пат. № 2003610987 РФ. Заяв. № 2003610511 РФ. Опубл. от 22.04.2003.

163. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Немоляев А.Н. Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микрозон выращивания ("АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ"). Пат. № 2006613271 РФ. Заяв. № 2006612452 РФ. Опубл. от 15.09.2006.

164. Луценко Е.В., Шеляг М.М. Подсистема синтеза семантической информационной модели и измерения ее внутренней дифференциальной и интегральной валидности (Подсистема "Эйдос-м25"). Пат. № 2007614570 РФ. Заяв. № 2007613644 РФ. Опубл. от 11.10.2007.

165. Луценко Е.В., Лебедев Е.А. Подсистема автоматического формирования двоичного дерева классов семантической информационной модели (Подсистема "Эйдос-Tree"). Пат. № 2008610096 РФ. Заяв. № 2007613721 РФ. Опубл. от 09.01.2008.

166. Луценко Е.В., Трунев А.П., Шашин В.Н. Система типизации и идентификации социального статуса респондентов по их астрономическим показателями на момент рождения "Эйдос-астра" (Система "Эйдос-астра"). Пат. № 2008610097 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Опубл. от 09.01.2008.

167. Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Адаптивная автоматизированная система управления "Эйдос-АСА" (Система "Эйдос-АСА"). Пат. № 2008610098 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Опубл. от 09.01.2008.

168. Луценко Е.В., Лебедев Е.А. Подсистема формализации семантических информационных моделей высокой размерности с сочетанными описательными шкалами и градациями (Подсистема "ЭЙДОС-Сочетания"). Пат. № 2008610775 РФ. Заяв. № 2007615168 РФ. Опубл. от 14.02.2008.

169. Луценко Е.В., Марченко Н.Н. Драгавцева И.А., Акопян В.С., Костенко В.Г. Автоматизированная система поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (Система "Плодкомфорт"). Пат. № 2008613272 РФ. Заяв. № 2008612309 РФ. Опубл. от 09.07.2008.

170. Луценко Е.В., Лойко В.И., Макаревич О.А. Программный интерфейс между базами данных стандартной статистической отчетности агропромышленного холдинга и системой "Эйдос" (Программный интерфейс "Эйдос-холдинг"). Пат. № 2009610052 РФ. Заяв. № 2008615084 РФ. Опубл. от 11.01.2009.

171. Луценко Е.В., Драгавцева И.А. Марченко Н.Н Святкина О.А. Овчаренко Л.И. Агроэкологическая система прогнозирования риска гибели урожая плодовых культур от неблагоприятных климатических условий зимне-весеннего периода (Система «ПРОГНОЗ-ЛИМИТ». Пат. № 2009616032 РФ. Заяв. № 2009614930 РФ. Опубл. от 30.10.2009.

172. Луценко Е.В., Система решения обобщенной задачи о назначениях (Система «Эйдос-назначения»). Пат. № 2009616033 РФ. Заяв. № 2009614931 РФ. Опубл. от 30.10.2009.

173. Луценко Е.В., Система восстановления и визуализации значений функции по признакам аргумента (Система «Эйдос-map»). Пат. № 2009616034 РФ. Заяв. № 2009614932 РФ. Опубл. от 30.10.2009.

174. Луценко Е.В., Система количественной оценки различимости символов стандартных графических шрифтов (Система «Эйдос-image»). Пат. № 2009616035 РФ. Заяв. № 2009614933 РФ. Опубл. от 30.10.2009.

175. Луценко Е.В., Трунев А.П., Шашин В.Н. Бандык Д.К. Интеллектуальная система научных исследований влияния космической среды на глобальные геосистемы «Эйдос-астра» (ИСНИ «Эйдос-астра»). Пат. № 2011612054 РФ. Заяв. № 2011610345 РФ 20.01.2011. Опубл. от 09.03.2011.

176. Луценко Е.В., Шеляг М.М. Программное обеспечение аппаратно-программного комплекса СДС-тестирования по методу профессора В.М.Покровского. Пат. № 2011612055 РФ. Заяв. № 2011610346 РФ 20.01.2011. Опубл. от 09.03.2011.

177. Луценко Е.В., Бандык Д.К. Подсистема визуализации когнитивных (каузальных) функций системы «Эйдос» (Подсистема «Эйдос-VCF»). Пат. № 2011612056 РФ. Заяв. № 2011610347 РФ 20.01.2011. Опубл. от 09.03.2011.

178. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Опубл. От 10.01.2012.

179. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-Х++". Пат. № 2012619610 РФ. Заявка № 2012617579 РФ от 10.09.2012. Зарегистр. 24.10.2012.

180. Луценко Е.В. Когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-6.0" и система "ЭЙДОС-Ψ" – адекватный инструментарий для психологических служб МВД, В сб.: "Актуальные проблемы социально-правовой подготовки специалистов и перспективы совершенствования системы комплектования ОВД". Материалы межвузовской научно-практической конференции (16-18.05.1997). Часть 1. –Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1997. – С. 65-69, С. 136-141.

181. Луценко Е.В., Лаптев В.Н., Третьяк В.Г. Прогнозирование качества специальной деятельности методом подсознательного (подпорогового) тестирования на основе семантического резонанса, В сб.: "Проблемы совершенствования систем защиты информации, энергоснабжения военных объектов и образовательных технологий подготовки специалистов". Материалы II межвузовской научно-технической конференции. – Краснодар: КВИ, 2001. – С. 127-128.

182. Луценко Е.В., Лебедев А.Н. Диагностика и прогнозирование профессиональных и творческих способностей методом АСК-анализа электроэнцефалограмм в системе "Эйдос", Межвузовский сборник научных трудов, том 1. – Краснодар: КВИ, 2003. – С. 227-229.

183. Луценко Е.В., Рябикина З.М., Некрасов С.Д. Личность и профессия: проблема самоактуализации, В сб.: "Психологические проблемы самореализации личности" / Под ред. О.Г.Кукосяна. – Краснодар: КубГУ, 1997. – С. 127-140.

184. Луценко Е.В. Селиверстов В.В. Разработка профессиональных оптимальных адаптивных тестов на основе интеллектуальной технологии "ЭЙДОС", В сб.: "Современные компьютерные технологии обучения". Материалы 2-й межвузовской научно-методической конференции. – Краснодар: КВВАУ, 1998. – С. 32-34.

185. Луценко Е.В., Третьяк В.Г. Анализ профессиональных траекторий специалистов с применением системы "Эйдос", Личность и ее бытие (социально-психологические аспекты бытия личности в местном сообществе): сборник научных работ / Под.ред. З.И.Рябикиной. – Краснодар: КубГУ, 2002. –С. 43-49.

186. Луценко Е.В. Селиверстов В.В. Разработка профессиональных оптимальных адаптивных тестов на основе интеллектуальной технологии "ЭЙДОС", В сб.: "Современные компьютерные технологии обучения". Материалы 2-й межвузовской научно-методической конференции. – Краснодар: КВВАУ, 1998. – С. 32-34.

187. Луценко Е.В., Третьяк В.Г. Анализ профессиональных траекторий специалистов с применением системы "Эйдос", Личность и ее бытие (социально-психологические аспекты бытия личности в местном сообществе): сборник научных работ / Под.ред. З.И.Рябикиной. – Краснодар: КубГУ, 2002. –С. 43-49.

188. Луценко Е.В. Синтез астропрофессиограмм и прогнозирование успешности деятельности на основе применения АСК-анализа // Ж-л International Journal The World Astrology Review. [Электронный ресурс]. – Toronto, Canada, 2006. – № 02(50), February 28. – Режим доступа: http://trounev.net/thewar/No50/EL.htm

189. Третьяк В.Г., Александров С.Г., Луценко Е.В. Модель профессионально-значимых качеств личности сотрудников ОВД, Вестник учебного отдела КЮИ МВД РФ. –2001. – №1. – С. 37-40.

190. Горпинченко К.Н., Луценко Е.В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа). Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2013. – 168 с. ISBN 978-5-94672-644-3

191. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ «Подсистема генерации сочетаний классов, сочетаний значений факторов и докодирования обучающей и распознаваемой выборки интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» ("Эйдос-сочетания"), Гос.рег.№ 2013660481 от 07.11.2013.

192. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Свидетельство РосПатента РФ на программу для ЭВМ «Подсистема интеллектуальной системы «Эйдос-Х++», реализующая сценарный метод системно-когнитивного анализа ("Эйдос-сценарии"), Гос.рег.№ 2013660738 от 18.11.2013.

193. Орлов А.И., Луценко Е.В. О развитии системной нечеткой интервальной математики. // Философия математики: актуальные проблемы. Математика и реальность. Тезисы Третьей всероссийской научной конференции; 27-28 сентября 2013 г. / Редкол.: Бажанов В.А. и др. – Москва: Центр стратегической конъюнктуры, 2013. – 270 с. ISBN 978-5-906233-39-4, с.190-193, адрес доступа: http://vfc.org.ru/rus/events/conferences/phi-l_math_2013/PhilMathem2013.pdf

194. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Автоматизированный системно-когнитивный анализ: современная теория, технология и инструментарий управления знаниями. // Региональный сектор экономики знаний: проблемы теории и практики управления формированием и развитием: материалы V Междунар. научн.-практ. конф. / отв. Ред. В.В. Ермоленко, М.Р. Закарян. Краснодар: Кубанский гос. Ун-т, 2013 г. – 206 с. ISBN 978-5-8209-0917-7, с.14-18

195. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Возможности применения системно-когнитивного анализа для сопоставимой оценки эффективности вузов. // Региональный сектор экономики знаний: проблемы теории и практики управления формированием и развитием: материалы V Междунар. научн.-практ. конф. / отв. Ред. В.В. Ермоленко, М.Р. Закарян. Краснодар: Кубанский гос. Ун-т, 2013 г. – 206 с. ISBN 978-5-8209-0917-7, с.148-152

196. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-Х++» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf, 1,562 у.п.л.

197. Луценко Е.В. Подчиняются ли социально-экономические явления каким-то аналогам или обобщениям принципа относительности Галилея и Эйнштейна и выполняются ли для них теорема Нётер и законы сохранения? // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 219 – 254. – IDA [article ID]: 0911307014. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/14.pdf, 2,25 у.п.л.

198. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf, 3,375 у.п.л.

199. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Бандык Д.К. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений на основе АСК-анализа на примере большого калифорнийского разлома Сан-Андреас // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 1322 – 1377. – IDA [article ID]: 0911307093. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/93.pdf, 3,5 у.п.л.

200. Трунев А.П., Луценко Е.В., Системно-когнитивный анализ взаимосвязей между астрономическими и ссоциальными событиями в астросоциотипологии // Материалы 8-я Международная ФАМ конференция по финансово-актуарной математике и смежным вопросам, Красноярск, 2009, Стр.155-160. – Режим доступа: http://eventology-theory.ru/0-lec/VIII-fam2009-14-January-doc.pdf

201. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf, 1,562 у.п.л.

202. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Бандык Д.К. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений с применением АСК-анализа // Chaos and Correlation. International Journal, October 31, 2013, http://chaosandcorrelation.org/Chaos/NT_31_10_2013.pdf

203. Луценко Е.В. Web-портал по УМК в составе сайта университета: актуальность и возможность создания / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1134 – 1147. – IDA [article ID]: 0931309077. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/77.pdf, 0,875 у.п.л.

204. http://eom.pp.ua/books/%D0%93%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%...

205. http://do.rulitru.ru/v15480/?download=1

206. http://ihtik.lib.ru/philosbook_8dec2005/%&Ovr1/philosbook_8d...

207. http://rex.vniigim.ru/HTML/UPR-DTPS-REX.doc

208. http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-problemy-klassich...

209. http://economy-lib.com/sistemno-kognitivnyy-analiz-v-upravle...

210. http://cyberleninka.ru/article/n/sistemno-kognitivnyy-podhod...

211. http://cyberleninka.ru/article/n/refleksivnaya-avtomatizirov...

212. http://userdocs.ru/psihologiya/115586/index.html?page=8

213. http://www.e-reading.org.ua/download.php?book=112978

214. http://do.rulitru.ru/v15481/%D0%BB%D1%83%D1%86%D0%B5%D0%BD%D...

215. http://manag.kubsu.ru/index.php/ofup/kafedry/219-lucenko

216. http://window.edu.ru/resource/014/47014/files/mirea014.pdf

217. http://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnaya-semanticheskaya...

218. http://rudocs.exdat.com/docs/index-45881.html

219. http://kurs.znate.ru/docs/index-113939.html

220. http://www.supcourt.ru/news_detale.php?id=2637

221. http://www.ateism.ru/cgi-bin/atheism/msgbook/max.pl?t=m1331

222. http://www.mmro.ru/files/2007-mmro-13.pdf

223. Полонский С.Ю. Стратегическое управление прибыльным ростом корпорации с учетом динамики потребительской ценности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 08.00.05. – Санкт-Петербург, 2007 г, 32 с. –РИНЦ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://elibrary.finec.ru/materials_files/refer/A6596_b.pdf

224. Киселев А.Г. Корпоративная и комплексная информационная система управления промышленного предприятия (КИС): учебник/ для студентов ВУЗов. – Новосибирск. – 2010г. – 408с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://akis46.narod.ru/itsu.html#1

225. Сафаров А. «Правильный контроллинг»: мнение практика. Группа IntelCont, Журнал «Управленческий учет» № 1 2006 г., [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cfin.ru/management/controlling/correct_controlling.shtml

226. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – Учебник для вузов. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.

227. Воевода А.А. Матричные передаточные функции: учеб. пособие под ред. А.С.Вострикова; Новосиб. гос. техн. ун-т, г.Новосибирск, 1983 г., – 94 стр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.twirpx.com/file/166174/

228. Востриков А.С., Французова Г.А., Шпилевая О.Я. Теория автоматического управления линейных систем. Учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://edu.nstu.ru/courses/tech/tau/demo/book/M1.htm http://edu.nstu.ru/courses/tech/tau/demo/book/Sod27.htm

229. Толмачев В.А. Теория электропривода. Ч.2. Замкнутые системы. Учебное пособие. С`Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ets.ifmo.ru/tolmachev/ouems/lec2/lec2.htm http://www.ets.ifmo.ru/tolmachev/ouems/ouems.htm

230. Бахурин С.А. Дискретные сигналы. Преобразование Лапласа дискретного сигнала. Z-преобразование. Разностное уравнение дискретного фильтра. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dsplib.ru/content/filters/ch9/ch9.html

231. Сайт проф.Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/

232. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Бандык Д.К. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений с применением АСК-анализа // Chaos and Correlation. International Journal, October 31, 2013, http://chaosandcorrelation.org/Chaos/NT_31_10_2013.pdf

233. Луценко Е.В., Коржаков В.Е Разработка без программирования и применение в адаптивном режиме методик риэлтерской экспресс-оценки по методу аналогий (сравнительных продаж) в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №10(094). С. 507 – 564. – IDA [article ID]: 0941310036. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/36.pdf, 3,625 у.п.л.

234. Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Доможирова В.В. Методы многокритериальной оценки биологических и метеорологических характеристик. Материали за 9-а международна научна практична конференция, «Achievement of high school», - 2013. Том 43. Селско стопанство/ Здание и архитектура. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД - 104 стр,, С.: 46-52

235. Луценко Е.В., Орлов А.И. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в системной нечеткой интервальной математике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf, 3,875 у.п.л.

236. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Автоматизированный системно-когнитивный анализ как метод комплексного решения проблемы управления персоналом с применением функционально-стоимостного анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета

(Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 1 – 16. – IDA [article ID]: 0961402001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/01.pdf, 1 у.п.л.

237. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика (монография 24) Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

238. Трунев А.П., Луценко Е.В., Гравитационные волны и коэффициент эмерджентности классических и квантовых систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 1343 – 1366. – IDA [article ID]: 0971403092. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/92.pdf, 1,5 у.п.л.

239. Луценко Е.В. Применение теории информации и АСК-анализа для экспериментальных исследований в теории чисел // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 676 – 717. – IDA [article ID]: 0971403048. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/48.pdf, 2,625 у.п.л.,

240. Коржаков В.Е. Управление персоналом с применением функционально-стоимостного и системно-когнитивного анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 1009 – 1041. – IDA [article ID]: 0981404075. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/75.pdf, 2,062 у.п.л.

241. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ и система "Эйдос" и их применение для построения интеллектуальных измерительных систем // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №5. С.64-74.

242. http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1267409
http://elibrary.ru/item.asp?id=21538328

243. Луценко Е.В. Исследование символьных и цифровых рядов методами теории информации и АСК-анализа (на примере числа Пи с одним миллионом знаков после запятой) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 319 – 355. – IDA [article ID]: 0991405022. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/22.pdf, 2,312 у.п.л.

244. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Трунев А.П. Моделирование смещения полюса Земли и алгоритм прогнозирования его динамики с применением АСК-анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 149 – 188. – IDA [article ID]: 0991405010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/10.pdf, 2,5 у.п.л.

245. Луценко Е.В., Лойко В.И. Современное состояние и перспективы развития Политематического сетевого электронного научного журнала Кубанского государственного аграрного университета // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100).

С. 146 – 176. – IDA [article ID]: 1001406008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/08.pdf, 1,938 у.п.л.

246. Луценко Е.В., Лойко В.И. АСК-анализ проблематики статей Научного журнала КубГАУ в динамике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 109 – 145. – IDA [article ID]: 1001406007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/07.pdf, 2,312 у.п.л.

247. Луценко Е.В., Пенкина Ю.Н. АСК-анализ, моделирование и идентификация живых существ на основе их фенотипических признаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 1346 – 1395. – IDA [article ID]: 1001406090. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/90.pdf, 3,125 у.п.л.

248. А.И.Трубилин А.И., Кацко И.А., Орлов А.И. Фалько С.Е. и др. Модели и методы прикладных системных исследований (практикум) Учебное пособие / Под ред. А.И. Трубилина, И.А. Кацко. – Краснодар, КубГАУ, 2014. – 449 с. (Серия: Вероятность, статистика и прикладные исследования в аграрном университете). ISBN 978-5-94672-760-0

249. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» Экономика знаний: проблемы управления формированием и развитием: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. В.В. Ермоленко, М.Р. Закарян. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014. – 405 с. – 300 экз. ISBN 978-5-8209-1044-9, с.289-304

250. Луценко Е.В., Лойко В.И., Барановская Т.П. Синтез, верификация и исследование на устойчивость системно-когнитивной модели перерабатывающего комплекса региона // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 305 – 333. – IDA [article ID]: 1011407016. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/16.pdf, 1,812 у.п.л.

251. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1368 – 1410. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf, 2,688 у.п.л.

252. Луценко Е.В. Тотальная ложь как стратегическое информационное оружие общества периода глобализации и дополненной реальности (применим ли в современном обществе принцип наблюдаемости как критерий реальности) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1411 – 1429. – IDA [article ID]: 1011407091. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/91.pdf, 1,188 у.п.л.

253. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Выявление технологических знаний и принятие решений в АПК на основе АСК-анализа // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК: Сб. науч. трудов 9-й Междунар. науч.-практ. конференции «Инновационные разработки для АПК» (г. Зерноград Ростовской обл., ФГБНУ СКНИИМЭСХ, 28-29 мая 2014г.). В 2-х частях. – Зерноград: ПМГ СКНИИМЭСХ, 2014. – Ч.1.– С.190-196. (ISBN 978-5-904960-30-8)

Луценко Евгений Вениаминович
профессор, доктор экономических наук, кандидат технических наук,
профессор кафедры компьютерных технологий и систем
Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, Россия

Монография

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОГНИТИВНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА "ЭЙДОС"

Научное издание

Литературный редактор: Е.В.Луценко
Оригинал-макет: Е.В.Луценко

Подписано в печать **«31» октября 2014**. Формат **60** × **84** $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.

Печ. л.: – **37,500**. Заказ № **688**. Тираж **100** экз.
Отпечатано в типографии Кубанского государственного аграрного университета
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13