

УДК 631.165

UDC 631.165

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И  
ИНСТРУМЕНТАРИЙ УПРАВЛЕНИЯ  
ОБЪЕМАМИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ  
В АПК НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ ЗАТРАТ  
(по материалам Краснодарского края)**

**MATHEMATICAL MODEL AND  
INSTRUMENTS OF MANAGEMENT IN  
VOLUMES OF PRODUCTION IN AGRARIAN  
AND INDUSTRIAL COMPLEX ON THE BASIS  
OF EXPENSES STRUCTURE  
(Upon materials of Krasnodar region)**

Шеляг Михаил Михайлович  
аспирант

Sheljag Mikhail Mikhajlovich  
post-graduate student

Луценко Евгений Вениаминович  
д.э.н., к.т.н., профессор

Lutsenko Eugeny Veniaminovich  
Dr. Sci. Econ., Cand. Tech. Sci., professor

*Кубанский государственный аграрный универси-  
тет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье предлагается математическая модель, методика численных расчетов (включающая алгоритмы и структуры данных) и их программная реализация в инфраструктуре универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос», а также интеллектуальная технология и методика выявления и исследования функциональных зависимостей объемов производства продукции в регионального АПК от структуры затрат. Приводятся результаты применения данной интеллектуальной технологии по материалам АПК Краснодарского края и на их основе предлагаются рекомендации по совершенствованию структуры затрат

In the article the mathematical model, a technique of numerical calculations (including algorithms and structures of data) and their program realization in an infrastructure of universal cognitive analytical system of "Eidos", and also the intellectual technology and a technique of revealing and research of functional dependences of volumes of production in regional agrarian and industrial complex from structure of expenses are offered. Results of appliance of the given intellectual technology on materials of agrarian and industrial complex of Krasnodar region are resulted and the recommendations about perfection of structure of expenses are offered on their basis

Ключевые слова: СИСТЕМА  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА,  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМО-  
КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ  
ЗНАНИЯМИ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ, СТРУКТУРА ЗАТРАТ

Keywords: ARTIFICIAL INTELLECT SYSTEM,  
AUTOMATED SYSTEMIC COGNITIVE  
ANALYSIS, MANAGEMENT OF KNOWLEDGE,  
INTELLECTUAL TECHNOLOGIES, STRUCTURE  
OF EXPENSES

**Актуальность темы исследования.** В современных рыночных условиях предприятия агропромышленного комплекса (АПК) стремятся достичь своей основной цели: получения возможно большей *прибыли*, и сделать это можно либо эволюционным, *экстенсивным* путем, *количественно* увеличивая масштабы производства и объемы произведенной продукции, либо *интенсивным* путем, *качественно* совершенствуя структуры и методы управления, внедряя новые технологии и совершенствуя производство. Оба варианта связаны с затратами, поэтому возникает вопрос об эффективности этих затрат, т.е. о том, как они влияют на достижение цели, т.е. увеличение объемов производства и прибыли.

Интенсивное развитие производства изменяет сам характер взаимосвязей между объемами производства продукции и ресурсами, расходуемыми в процессе производства и эта взаимосвязь в общем случае становится *нелинейной*. При этом различные виды и размеры потребляемых ресурсов (затрат) вообще говоря по-разному влияют на объемы производства

различных видов продукции. Поэтому для увеличения объемов производства продукции АПК необходимо не просто увеличивать затраты. Для обеспечения качественного роста предприятия необходимо совершенствовать *структуру затрат*. Это верно всегда, но особенно актуально во время *мирового финансово-экономического кризиса*, который в предельно острой форме поставил вопрос об уменьшении затрат путем повышении *эффективности* использования различных видов ресурсов, в том числе привлеченных финансовых средств. Вместе с тем *стихийно* складывающаяся структура затрат по всей видимости не всегда положительно сказывается на хозяйственно-экономических результатах деятельности предприятий АПК и эта ситуация не может устраивать ни сами предприятия, ни руководство АПК и региона в целом.

**Экономическая сущность** этой ситуации заключается, в частности, в анализе отношения «затраты – объем – прибыль» (Cost – Volume – Profit Analysis), которое исследуется в известной, и положительно зарекомендовавшая себя в зарубежной практике, системе учета и управления затратами «Директ-костинг» (Direct-costing). Суть этого метода состоит в использовании прямых переменных затрат, которые напрямую относятся на себестоимость продукции, для учета и управления объемами производства. К недостаткам этого метода, можно отнести во-первых, то, что этот анализ проводится в рамках системы контроллинга отдельного предприятия, а не многоотраслевого АПК региона; во-вторых, в расчетах этого метода принимается, что объемы производства продукции *линейно* зависят от затрат на ее производство, что верно только при экстенсивной эволюции производства, в определенных пределах; и, в-третьих, в расчетах не всегда определяется сила влияния факторов. В работе основное внимание уделяется исследованию первой части отношения – влияние затрат на объемы производства. Это оправдано тем, что из натуральных показателей всегда можно получить стоимостные показатели в *текущих* ценах.

Таким образом, **проблема**, решаемая в работе, состоит в *несоответствии* стихийно складывающейся структуры затрат на производство продукции АПК ее рациональной форме, определяющей высокие хозяйственно-экономические результаты деятельности предприятий АПК, прежде всего высокие объемы производства продукции и получаемой прибыли.

Для того, чтобы выработать научно-обоснованные рекомендации по совершенствованию структуры затрат предприятий АПК в целом, необходимо провести специальное научное исследование с целью определения непосредственно на основе многолетних статистических данных конкретного *вида нелинейных функций* влияния структуры затрат на объемы производства продукции и прибыль регионального АПК.

**Степень изученности проблемы.** Ведущие отечественные ученые: И.Т. Трубилин, А.Н. Ткачев, Т.П. Барановская, Е.В. Попова, А.И. Трубилин, М.И. Семенов, А.З. Рысьмятов, Т.В. Чернова, Т.В. Яркина,

О.В. Грищенко, Т.И. Юркова, С.В. Юрков, А.Е. Карлик, М.Л. Шухгальтер, К.М. Гарифуллин, В.В. Крохмаль и другие в своих исследованиях не раз высказывали мысль и обосновывали мысль о том, что в управлении предприятиями могут быть использованы данные управленческой бухгалтерской отчетности и их статистическое обобщение (данные Государственной статистики). Однако конкретное научное исследование возможностей использования структуры затрат в качестве управляющего фактора для управления объемами производства продукции АПК Краснодарского края не проводилось, чем и обусловлена актуальность данной работы.

**Идея** решения поставленной проблемы состоит в том, чтобы количественно определить силу и направление влияния различных факторов на объемы производства продукции с применением интеллектуальных информационных технологий и методов, разработанных в теории и практике *автоматизированных систем управления (АСУ)*.

**Цель и задачи исследования.** *Целью* работы является разработка и апробация методики поддержки принятия решений и выработки научно-обоснованных рекомендаций по управлению объемами производства продукции в АПК путем рационализации структуры прямых затрат на ее производство.

Достижение поставленной цели осуществляется путем ее *декомпозиции* в последовательность **задач**, решение которых является этапами достижения цели:

Задача 1: разработать модификацию математической модели СК-анализа, обеспечивающую решение проблемы.

Задача 2: провести когнитивную структуризацию предметной области, классифицировать создаваемые частные модели и решаемые с их помощью подзадачи, формализовать предметную область.

Задача 3: выявить зависимости между структурой затрат и объемами производства продукции в АПК путем синтеза и верификации семантической информационной модели (СИМ) предметной области и ее исследования на *сходимость* и *устойчивость* от объема обучающей выборки.

Задача 4: разработать автоматизированную технологию и систему методик, обеспечивающие:

1) *прогнозирование* объемов производства различных видов продукции по заданной структуре затрат;

2) *поддержку* принятия решений по рациональному выбору структуры затрат, определяющей заданные целевые хозяйственно-экономические показатели деятельности предприятий и АПК в целом.

Задача 5: исследовать предметную область путем исследования ее семантической информационной модели.

Задача 6: разработать и применить методику оценки эффективности предлагаемых моделей и технологий.

**Задача 7:** предложить рекомендации по внедрению и применению разработанных моделей и технологий.

**Объект и предмет исследования.** *Объектом* исследования являются хозяйственно-экономические аспекты многоотраслевого производства АПК Краснодарского края. *Предметом* исследования является влияние структуры затрат на объемы производства продукции в АПК края по большому количеству показателей в многолетней динамике (18-летний лонгитюд). При этом вопросы определения самих желательных объемов производства различных видов продукции, учета влияния окружающей среды и выработки методов изменения на практике структуры затрат продукции в рекомендуемом направлении *не рассматриваются*, т.к. они требуют отдельных специальных исследований.

**Теоретической и методологической основой** работы являются экономико-математические и статистические методы, в частности метод средних и отклонений от средних, кластерный анализ, теория и методы АСУ, а также методы искусственного интеллекта: когнитивное моделирование, системно-когнитивный анализ (СК-анализ).

**Инструментальные средства.** Специальным программным инструментарием СК-анализа, реализующим его математическую модель и методику численных расчетов, является универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" (система "Эйдос"). Для проверки результатов кластерного анализа независимым методом применялась также система SPSS.

**Информационно-эмпирическая база** включает официальные статистические и аналитические материалы отчетности Краснодарского краевого комитета Госстатистики, характеризующие экономические, финансовые, валовые, площадные, производственно-технологические показатели предприятий аграрно-промышленного комплекса Краснодарского края по большому количеству показателей за 18 лет (за 1991 – 2008 годы).

**Научная новизна работы:**

1. Предложена функциональная подсистема АСУ АПК края "Структура затрат – объемы производства", обеспечивающая прогнозирование и принятие управляющих решений в АПК, *отличающаяся* от известных подсистем АСУ АПК тем, что структуру затрат предлагается рассматривать как *управляющий фактор*, с помощью которого можно переводить *объект управления*, в качестве которого выступает АПК в целом, в заранее заданные *целевые состояния*, характеризующиеся заданными объемами производства различных видов продукции.

2. Предложена математическая модель, обеспечивающая решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, которая в *отличие* от статистических моделей обеспечивает многопараметрическую типизацию и выделение сигнала из шума как в исходных статистических данных, так и в интегральном критерии при прогнозировании, сопоставимость влияния на хозяйственно-экономические показатели АПК факторов раз-

личной природы, измеряющихся в различных единицах измерения за счет применения количественной меры знаний и когнитивного интегрального критерия.

3. Предложен новый подход к обоснованию и расчету количественной меры знаний, отличающийся от количественной меры знаний в СК-анализе тем, что он основан на теореме умножения вероятностей, а не на системном обобщении формулы А.Харкевича. Предложены новые научные понятия: 1) *когнитивный интегральный критерий*, основанный на сформулированном выражении для количественной меры знаний и представляющий собой сумму знаний о влиянии системы значений факторов на поведение объекта управления; 2) *когнитивное пространство (пространство знаний)*, представляющее собой аналог семантического пространства, в котором в качестве координатных осей рассматриваются градации факторов, а значений координат – количество знаний. В пространстве знаний каждому обобщенному образу класса соответствует точка, положение которой отражает имеющиеся в модели знания о влиянии соответствующих значений факторов (координат) на переход объекта управления в состояние, соответствующее данному классу.

4. Предложена двухуровневая семантическая информационная модель (СИМ), для прогнозирования и поддержки принятия решений в АПК отличающаяся от ранее разработанных семантических информационных моделей АПК тем, что она включает систему из трех частных моделей:

1) отражающей влияние структуры затрат продукции на хозяйственные показатели предприятий;

2) хозяйственных показателей предприятий на объемы производства продукции в АПК;

3) структуры затрат продукции на объемы ее производства в АПК. Выполнен синтез семантической информационной модели, особенность которой в том, что она отражает влияние структуры затрат продукции на объемы ее производства в АПК Краснодарского края. Данная модель верифицирована, исследована на эргодичность, сходимость в зависимости от объема обучающей выборки и устойчивость.

5. Впервые создана двухуровневая когнитивная модель, отражающая фактический характер влияния структуры затрат продукции предприятий АПК Краснодарского края на хозяйственно-экономические показатели предприятий и объемы производства продукции по АПК в целом.

6. Разработаны технология и методика выработки научно-обоснованных рекомендаций по улучшению структуры затрат продукции с целью достижения заданных объемов производства продукции АПК, отличающиеся от плановых и финансово-экономических подходов тем, что они обеспечивают решение задачи прогнозирования объемов производства различных видов продукции АПК по заданной структуре затрат и поддержки принятия решений по рациональному выбору структуры затрат,

обуславливающей заданные целевые хозяйственно-экономические параметры деятельности предприятий и АПК края в целом. Предложенная методика применения СК-анализа в системах управления *отличается* тем, что цикл синтеза и использования семантической информационной модели начинается не с идентификации текущего состояния объекта управления, а с когнитивной структуризации и формализации предметной области.

7. Предложено и апробировано на примере АПК Краснодарского края обобщение системы Директ-костинг, отличающееся:

а) *нелинейным* в общем случае видом зависимости между затратами и объемами произведенной продукции (выявлено 2 общих и 4 частных вида этих зависимостей);

б) наличием специальных *инструментальных* средств, обеспечивающих как выявление вида функций влияния затрат на объемы производства непосредственно на основе эмпирических данных об объекте управления, так и автоматическое определение силы и направления влияния различных видов затрат на объемы производства продукции, т.е. разделение факторов на условно переменные и условно постоянные, соответственно значимые и незначимые по силе влияния;

в) возможностью применения не только для отдельных предприятий, но и для различных их *объединений*, в т.ч. многоотраслевых и территориально-распределенных.

**Практическая значимость работы** состоит в создании реально действующего, удобного и практически доступного конечным пользователям специального программного инструментария (технологии) и методики его применения для выработки научно-обоснованных рекомендаций по структуре затрат, обуславливающих получение целевых показателей объемов производства заданных видов продукции АПК.

**Апробация исследования.** Результаты исследования докладывались на международных научных конференциях, в том числе на 7-й региональной научно-практической конференции молодых ученых (г. Краснодар 2005г.), II Всероссийской научно-практической конференции (г. Краснодар 2006г.), III международной научно-практической конференции «Экономическое прогнозирование: модели и методы» (г. Воронеж, апрель 2007г.).

**Публикации.** Основные результаты данного исследования опубликованы в 20 научных работах, в том числе в 2 изданиях, рекомендуемых ВАК, 2 свидетельствах РосПатента РФ на программы для ЭВМ, 18 научных статьях.

Работа выполнена в соответствии с тематическим планом НИР ФГОУ ВПО "Кубанский государственный аграрный университет" по теме 18: "Разработать предложения по основным направлениям повышения эффективности регионального АПК", раздел 18.16: "Совершенствование математического и информационного обеспечения управления АПК Краснодарского края" (Государственный регистрационный № 0196009014).

**Область исследования.** Содержание работы соответствует области исследования, определенной следующими пунктами паспорта ВАК по специальности 08.00.13 – "Математические и инструментальные методы экономики": 1.2 "Теория и методология *экономико-математического моделирования*, исследование его возможностей и диапазонов применения: теоретические и методологические вопросы отображения социально-экономических процессов и систем в виде *математических, информационных и компьютерных моделей*"; 2.3 "Разработка систем *поддержки принятия решений* для рационализации организационных структур и оптимизации управления экономикой на всех уровнях"; 2.8 "Развитие методов и средств *аккумуляции знаний* о развитии экономической системы и использование *искусственного интеллекта* при выработке *управленческих решений*".

**Введение.** Рассмотрены варианты интенсивного и экстенсивного развития производства, целью которого является обеспечение роста экономических показателей деятельности предприятия за счет повышения эффективности производства, сокращения издержек и увеличения объема производимой продукции. Описана структура работы, дан ее краткий содержательный обзор, изложены основные научные и практически значимые результаты, выносимые на защиту.

**В первом разделе "Проблема и концепция ее решения"** сформулирована проблема, решаемая в работе, обоснована ее актуальность, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследования. Дается описание динамики хозяйственно-экономической ситуации в АПК Краснодарского края за длительный период времени (18 лет). Выделяется значение структуры затрат продукции как фактора управления состоянием предметной области, прежде всего объемами производства сельскохозяйственной продукции и прибылью. Обосновывается необходимость рационализации структуры затрат продукции путем построения семантической информационной модели предметной области и обеспечения автоматизированного анализа текущей ситуации, прогнозирования ее состояния при заданных значениях управляющих факторов и выработки научно обоснованных рекомендаций по рационализации структуры затрат с целью увеличения объемов производства продукции и прибыли.

Официальная статистическая информация об экономических и производственных показателях предприятий АПК Краснодарского края за 1991-2008 годы имеет вид, приведенный в таблице 1.

Таблица 1 – ИСХОДНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО АПК  
(ФРАГМЕНТ)

№ п.п.	Наименование показателя	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	Выращено мяса (реализация) по всем категориям хозяйств	340,0	366,1	389,0	421,0	427,2	418,1
2	Получено молока по всем категориям хозяйств	1270,6	1361,7	1417,0	1419,0	1340,7	1303,6
3	Получено яиц по всем категориям хозяйств	1390,3	1462,5	1511,8	1482,8	1484,9	1523,8
4	Получено шерсти по всем категориям хозяйств, тонн	300,0	251,0	279,0	272,0	225,0	197,0
5	Выращено мяса (реализация) по сельхозпредприятиям	165,7	181,8	192,0	215,0	215,2	220,1
6	Получено молока по сельхозпредприятиям	914,2	965,8	1004,0	979,0	907,7	891,2
7	Получено яиц по сельхозпредприятиям	819,3	861,8	886,0	848,0	846,3	876,1
8	Получено шерсти по сельхозпредприятиям	180,0	133,0	165,0	151,0	95,0	68,0
9	Объем производства продукции всего по АПК	29533,0	35676,0	45602,0	54967,0	68326,0	
10	Объем производства продукции по отраслям, обеспечивающим АПК средствами производства	2033,0	2167,0	1584,0	2384,0	2822,0	

Исследование статистических *характеристик* исходных данных позволило *обосновать* следующие *требования* к математическому методу (и реализующему его программному инструментарию), обеспечивающему синтез и исследование модели предметной области и решение поставленных задач выявления зависимостей, прогнозирования и поддержки принятия решений: корректная работа на фрагментированных, зашумленных исходных данных, в общем случае не подчиняющихся нормальному распределению, причем данных, как количественных (числовых), так и качественных (лингвистических) разнотипных по своей природе и смыслу, измеряемых в различных единицах измерения и изменяющихся в различных диапазонах, способность метода корректно работать на выборках, отражающих несколько периодов эргодичности и содержащих несколько точек бифуркации.

На основе обоснованных требований, по литературным данным был проведен обзор имеющихся математических методов, оснащенных реализующим их программным инструментарием, на основе чего составлен рейтинг этих методов по степени их соответствия данным требованиям. В результате была обоснована целесообразность применения метода системно-когнитивного анализа и его инструментария системы "Эйдос", как практически доступного метода, реализующего сопоставимую и интерпретируемую *многопараметрическую типизацию* объектов, описанных разнокачественными признаками.

В главе приведено также краткое описание метода СК-анализа, как менее известного специалистам, чем классические методы.

**Во втором разделе "Математическая модель и общая структура семантической информационной модели"** предложена и обоснована применяемая математическая модель, включая количественную меру знаний и когнитивный интегральный критерий и выполнена когнитивная структуризация и формализация предметной области, разработана общая структура семантической информационной модели и классификация входящих в нее частных моделей, а также подзадач, решаемых на их основе.



Решение задачи 1: разработать модификацию математической модели СК-анализа, обеспечивающую решение проблемы.

**Суть предлагаемой математической модели.** Известное по данным статистики числовое значение каждого экономического показателя рассматривается в работе как сумма его истинного (точного) значения и шума, появляющегося вследствие недостоверности исходной информации и ошибок измерения исходных показателей, на основе которых он рассчитывается. Такой подход соответствует реалиям, *в отличие* от требования абсолютной точности и полноты исходных данных, которое иногда встречается в литературе. Предложена математическая модель, основанная на интервальной статистике, теории вероятностей и семантической теории информации, обеспечивающая решение проблемы, поставленной в работе. Данная модель является *модификацией* математической модели СК-анализа, т.е. *отличается* от нее способом обоснования и расчета количественной меры знаний о влиянии структуры затрат на объемы производства продукции в АПК.

Каждый год формально описывается в модели двумя векторами:

– вектор  $\vec{K} = \{K_j\}$ , характеризует объемы производства различных видов продукции в определенном году и представляет собой просто набор кодов классов, каждый из которых соответствует определенному интервальному значению объема производства определенного вида продукции;

– вектор  $\vec{L} = \{L_i\}$ , характеризует структуру затрат в том же году:

$$\vec{L} = \{L_i\} = \begin{cases} 1, & \text{если в этом году наблюдалось } i\text{-е значение фактора;} \\ 0, & \text{если в этом году не наблюдалось } i\text{-е значение фактора.} \end{cases}$$

При этом в качестве управляющего фактора, влияющего на объемы производства продукции АПК, рассматривается вид затрат, а в качестве его значения – интервальное значение затрат. Таким образом, использование данного двухвекторного описания исходных данных позволяет определить и исследовать экономические факты, каждый из которых представляет собой обнаружение на опыте определенного *сочетания* градации фактора (интервального значения некоторого экономического показателя) и принадлежности моделируемого объекта, характеризующегося этим значением (АПК Краснодарского края) к определенной обобщенной категории, т.е. классу, соответствующему определенному экономическому состоянию – объему производства определенного вида продукции.

Первый этап синтеза модели состоит в расчете матрицы абсолютных частот, в которой накапливается информация о встречаемости экономических фактов в исходных данных. Перед началом синтеза модели все значения в этой матрице равны нулю, а затем в ней поочередно учитывается двухвекторные описания каждого года (объекты обучающей выборки) и рассчитываются величины:  $N_{ij}$  – суммарное количество наблюдений эко-

номических фактов, т.е. *j*-го результата производства продукции при условии действия *i*-го значения фактора затрат;  $N_j$  – суммарное количество лет, при которых получен результат, относящийся к *j*-му классу (в отличие от математической модели СК-анализа, в которой  $N_j$  равно суммарному количеству признаков в *j*-м классе);  $N_i$  – суммарное количество встреч *i*-го значения факторов затрат за все годы исследуемой выборки;  $N$  – суммарное количество примеров за все годы исследуемой выборки: в нашем случае их 18, т.е. за 1991-2008 годы (в отличие от математической модели СК-анализа, в которой  $N$  равно суммарному количеству признаков у объектов обучающей выборки).

Этот процесс по принципу *многоканальной системы выделения сигнала из шума* обеспечивает подавление шума в статистической отчетности и выделение полезного сигнала о влиянии структуры затрат на объемы производства продукции. На основе матрицы частот в соответствии с выражениями (1) рассчитывается матрица условных и безусловных процентных распределений.

$$P_i = \frac{N_i}{N}; P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; N_i = \sum_{j=1}^W N_{ij}; N = \sum_{j=1}^W N_j \quad (1)$$

где:  $P_{ij}$  – условная вероятность наблюдения *i*-го признака у объектов *j*-й категории (класса);  $P_i$  – безусловная вероятность наблюдения *i*-го признака по всей выборке.

Из теоремы умножения вероятностей в статистике известно, что два события: 1-е – на объект управления действует *i*-е значение фактора; 2-е – объект управления перешел в *j*-е состояние; являются *независимыми*, если условная вероятность  $P_{ij}$  наблюдения *i*-го значения фактора у объектов *j*-го класса равна безусловной вероятности  $P_i$  его наблюдения по всей выборке (2):

$$P_{ij} = P_i \quad (2)$$

И наоборот, если равенство (2) не выполняется, то это означает, что *i*-е значение фактора затрат *влияет* на получение *j*-го результата по объемам производства продукции. Поэтому *предлагается* рассматривать отношение (3) как величину, *количественно* отражающую *силу и направление* влияния *i*-го значения фактора на переход объекта в *j*-е состояние:

$$K_{ij} = P_{ij} / P_i : \quad (3)$$

- $K_{ij} > 1$ , то *i*-е значение фактора *способствует* переходу в *j*-е состояние;
- $K_{ij} = 1$ , то *i*-е значение фактора *не влияет* на переход в *j*-е состояние;
- $K_{ij} < 1$ , то *i*-е значение фактора *препятствует* переходу в *j*-е состояние.

Это предложение по своей сути полностью соответствует известному статистическому *методу средних и отклонений от средних* и *нормативному подходу*, когда в качестве *базы сравнения, т.е. нормы*, выбирается *среднее* по всей группе, т.е. в нашем случае безусловная вероятность наблюде-

ния некоторого значения фактора, рассчитанная по всей выборке. На основе этого подхода формируются и *частные критерии* сравнения конкретных состояний АПК с обобщенными образами классов, т.е. можно сказать, что *критериальный подход* изначально основан на нормативном подходе. Для удобства использования  $K_{ij}$  (3) в качестве *частных критериев* в *аддитивном* интегральном критерии *предлагается* нормировать его таким образом, чтобы он был больше нуля, когда действие  $i$ -го значения фактора способствует переходу объекту управления в  $j$ -е состояние, меньше нуля, когда препятствует этому и равен нулю, когда вообще никак не влияет на поведение объекта управления. При этом могут быть использованы *различные* варианты нормировки, например (4\*):

$$I_{ij}^* = K_{ij} - 1 = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i} = \frac{\Delta P_{ij}}{P_i} \quad (4^*)$$

Но наиболее естественным и обоснованным вариант мы считаем вариант (4):

$$I_{ij} = \text{Log}_2(K_{ij}) = \text{Log}_2\left(\frac{P_{ij}}{P_i}\right) \quad (4)$$

Эта естественность и обоснованность состоят в сходстве выражения (4) по своей математической форме с выражением для семантической меры информации А.Харкевича, откуда следует возможность ее перспективной содержательной интерпретации как количественной меры знаний.

Поскольку, согласно концепции Шенка-Абельсона, *знания* определяются как информация, изменяющая вероятность достижения цели (полезная информация), а *смысл* представляет собой *знание последствий*, то обоснованно считать величину  $I_{ij}$ , определяемую выражением (4), количеством знаний о смысле  $i$ -го значения фактора. Таким образом, выражение (4) является *количественной мерой объема знаний* о влиянии  $i$ -го значения фактора затрат на  $j$ -е объемы производства продукции в АПК, т.е. отражает *силу (величину) и направление влияния*:

- $I_{ij} > 0$ , то  $i$ -е значение фактора *способствует* переходу в  $j$ -е состояние;
- $I_{ij} = 0$ , то  $i$ -е значение фактора *никак не влияет* на переход в  $j$ -е состояние;
- $I_{ij} < 0$ , то  $i$ -е значение фактора *препятствует* переходу в  $j$ -е состояние.

Подставив в (4) значения условной и безусловной вероятностей из (1) получим выражение (5) удобное для практических расчетов, т.к. в нем используется только значения элементов матрицы абсолютных частотных распределений, а не промежуточная матрица условных и безусловных вероятностей:

$$I_{ij} = \text{Log}_2 \left( \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} \right) \quad (5)$$

Выражение (5) формально не отличается от выражения формулы Харкевича через абсолютные частоты, традиционной в СК-анализе, однако, смысл самих частот  $N_j$  и  $N$  в СК-анализе и нашей работе различен:

– в СК-анализе:  $N_j = \sum_{i=1}^M N_{ij}$  ;  $N = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij}$

– в работе  $N_j$  равняется количеству объектов исследуемой выборки, относящихся к  $j$ -му классу;  $N$  равно количеству всех объектов этой выборки.

Сравнение СИМ-1 и СИМ-2, проведенное в работе в четвертой главе показало, что они дают очень сходные результаты, согласующиеся друг с другом и в некоторых случаях выше адекватность 1-й модели, или наоборот. С другой стороны как показывает опыт, смысл второй модели легче воспринимается.

С целью придания выражению (5) вида, обеспечивающего выполнения принципа соответствия с выражением Хартли в *равновероятном детерминистском случае* (т.е. в случае, когда к каждому классу относится только один объект, имеющий единственный признак, который *полностью обуславливает* принадлежность объекта к этому классу), в него введен коэффициент  $\Psi$  (6) и найдено соответствующее его аналитическое выражение (7):

$$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \left( \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} \right) \quad (6) \quad \Psi = \frac{\text{Log}_2 W}{\text{Log}_2 N} \quad (7)$$

Подставив коэффициент  $\Psi$  из (7) в (6) после математических преобразований получим:

$$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \left( \frac{N_{ij}}{N_i N_j} \right) + \text{Log}_2 W \quad (8)$$

На практике для численных расчетов удобнее пользоваться не выражением (8), а формулой (9) с учетом (7):

$$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} \quad (9)$$

При этом параметры  $W$  и  $N$  характеризуют семантическую информационную модель *в целом*, поэтому коэффициент  $\Psi$  рассчитывается *один раз на всю модель* и потом его значение просто используется в других расчетах.

Значения коэффициентов  $I_{ij}$  (9) в количественной форме отражают знания о том, что "объект перейдет в  $j$ -е состояние" если "на объект действует  $i$ -е значение фактора". Матрица знаний является результатом многопараметрической типизации состояний АПК, сгруппированных (классифицированных) по объемам производства продукции и описанных различными вариантами структуры затрат. Матрица знаний рассчитывается непосредственно на основе матрицы абсолютных частот с использованием выражения (9).

Для количественной оценки суммарного влияния системы значений факторов затрат на объемы производства продукции в АПК в соответствии с фундаментальной леммой Неймана-Пирсона предлагается ввести интегральный критерий, как аддитивную функцию от частных критериев в виде (10):

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i). \quad (10)$$

В выражении (10) круглыми скобками обозначено скалярное произведение, т.е. свертка. Поскольку в качестве частных критериев в данном интегральном критерии выступают значения вектора  $\vec{I}_{ij}$ , представляющие собой знания о влиянии  $i$ -х значений факторов на переход объекта в  $j$ -е состояния, то интегральный критерий представляет собой сумму знаний о влиянии системы факторов на поведение объекта управления. Поэтому предлагается называть данный интегральный критерий когнитивным интегральным критерием (*cognition* – познание, англ.).

В координатной форме выражение (10) имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i, \quad (11)$$

где:  $M$  – суммарное количество градаций (интервалов) факторов затрат в математической модели.

Подставим количественную меру знаний из выражения (9) в (11) и с учетом (7) получим выражение (12) для когнитивного интегрального критерия, которое можно рассчитывать непосредственно на основе матрицы абсолютных частот:

$$I_j = \sum_{i=1}^M L_i \times \left( \text{Log}_2 \left( \frac{N_{ij}}{N_i N_j} \right)^{\frac{\text{Log}_2 W}{\text{Log}_2 N}} + \text{Log}_2 W \right) \quad (12)$$

Таким образом, интегральный критерий представляет собой суммарное количество знаний, 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. 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 (в отличие от широко применяемых расстояний по Евклиду, Минковского и Камберру) его применение является корректным и при неортонормированном семантическом информационном пространстве каким оно в подавляющем количестве случаев и является, т.е. в общем случае.

**Решение задачи 2:** провести когнитивную структуризацию предметной области, классифицировать создаваемые частные модели и решаемые с их помощью подзадачи, формализовать предметную область. В результате когнитивной структуризации предметной области были определены состояния объекта управления (микроэкономические ситуации в АПК) и выделены три модели (рисунок 1).

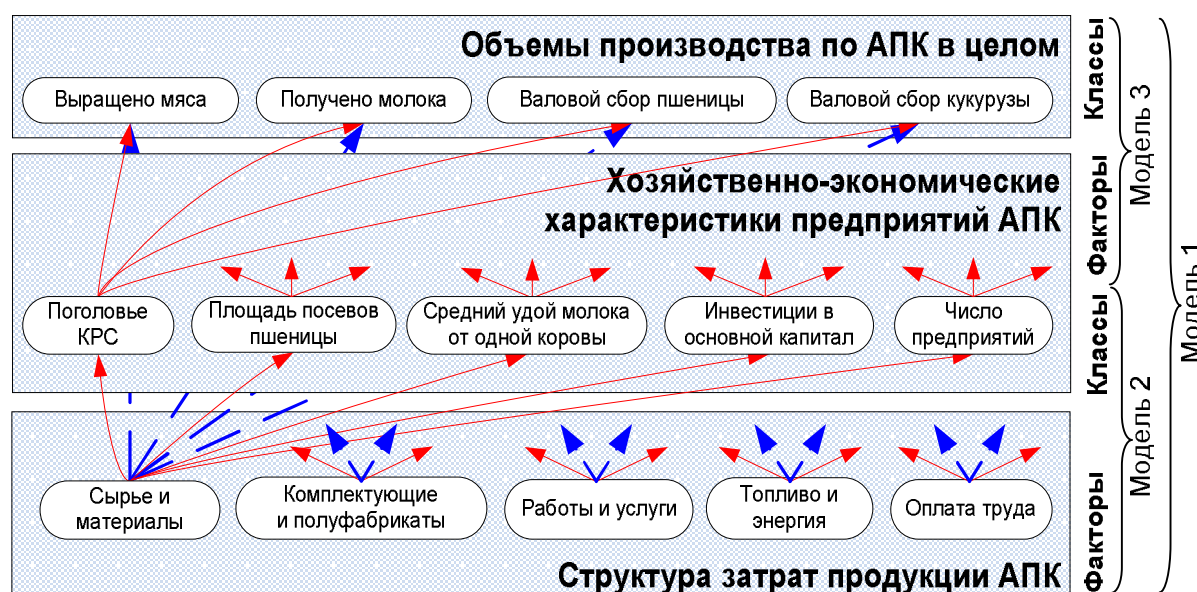


Рисунок 1 – Принципиальная когнитивная модель влияния структуры затрат на объемы ее производства продукции в АПК

**Модель 1:** отражает взаимосвязи между показателями структуры затрат и показателями объема производства продукции АПК в целом.

**Модель 2:** отражает взаимосвязи между показателями структуры затрат и хозяйственно-экономическими показателями предприятий АПК.

**Модель 3:** отражает взаимосвязи между хозяйственно-экономическими показателями предприятий АПК и показателями объема производства продукции АПК в целом. Исследование первой модели выявляет наиболее значительные и общие причинно-следственные связи, присущие предметной области. Две другие модели детализируют структуру получен-

ных закономерностей, раскрывая внутреннее строение полученных эмпирических законов.

В главе предложена и описана методика формализации предметной области, т.е. механизм конструирования классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей выборки. Разработан программный интерфейс между базами данных официальной статистической отчетности по структуре затрат и объемам производства продукции в АПК и базовой системой "Эйдос", обеспечивающий автоматизацию функций по формализации предметной области, т.е. разработку классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки. Данный программный интерфейс включен в состав системы "Эйдос" и защищен свидетельством РосПатента №2007614715.

**В третьем разделе "Синтез и верификация семантических информационных моделей"** выявлены зависимости между структурой затрат и объемами производства продукции в АПК путем синтеза и верификации семантической информационной модели (СИМ) предметной области и ее исследования на *сходимость* и *устойчивость* от объема обучающей выборки, т.е. решена задача 3.

Данная задача была решена в серии численных экспериментов, проведенных с применением специально разработанной и вошедшей в состав системы «Эйдос» подсистемы синтеза семантической информационной модели и измерения достоверности (свидетельство РосПатента №2007614570). С целью повышения достоверности результатов исследования изучались три варианта модели: А, В и С.

**Модель А:** для классов и признаков было выбрано разбиение на 5 градаций, был выполнен синтез семантической информационной модели первым методом (СИМ 1).

**Модель В:** классы и обобщенные признаки были разбиты на 7 градаций, также использовалась СИМ 1.

**Модель С:** для третьей модели было выбрано 5 градаций классов и обобщенных признаки, и был выполнен синтез модели вторым методом (СИМ 2).

Модели СИМ 1 и предложенная в работе СИМ 2 отличаются математической моделью расчета матрицы знаний. На рисунке 2 показаны *четыре* периода и *три* точки бифуркации, соответствующие границам между периодами.

**1-й период (1991-1995 годы).** В этот период погрешность модели высока, что объясняется высокой динамичностью экономических процессов и не устоявшимся, изменяющимся характером взаимосвязей между структурой затрат и объемами производства продукции в условиях экономики переходного периода. Основная тенденция данного периода – быстрая стабилизация закономерностей в экономике с уменьшением погрешности модели от 50% до 20%. Видно, что к концу этого периода намечается стабили-

зация и даже повышение (для модели В) погрешности на высоком уровне около 25%. Это говорит о высокой и не уменьшающейся вариабельности характера взаимосвязей между структурой затрат и объемами производства продукции в этот период, а также о нарастании дестабилизирующих и деструктивных тенденций в экономике.

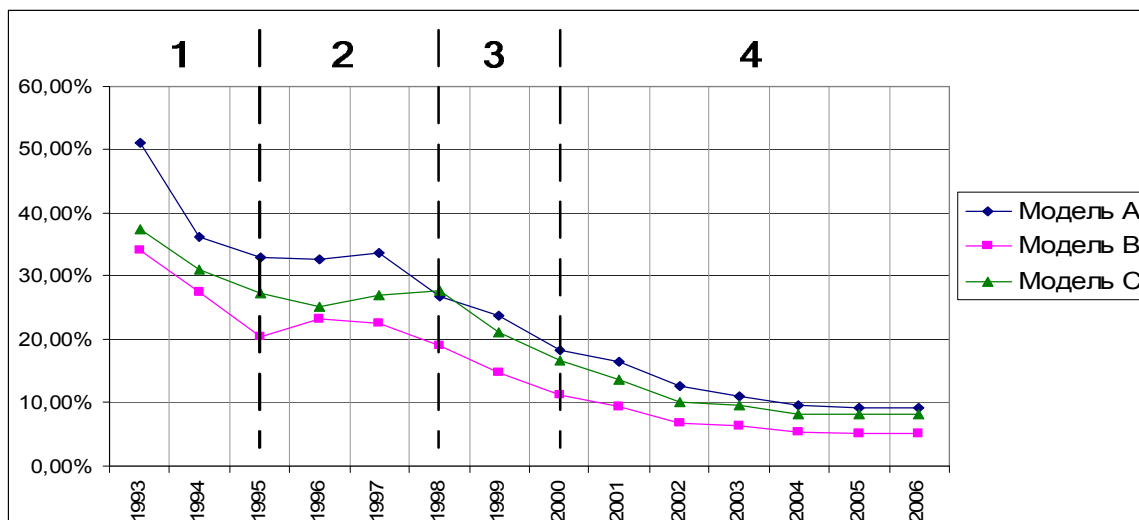


Рисунок 2 – Периоды эргодичности и точки бифуркации (погрешность СИМ в зависимости от объема обучающей выборки)

**Точка бифуркации 1995 года.** Если 1-й период характеризуется быстрой стабилизацией экономики, то с 1995 года этот процесс резко замедляется и начинается 2-й период эргодичности с иными закономерностями.

**2-й период (1995-1998 годы)** показывает практически не меняющуюся погрешность модели на уровне 20% – 30%. На наш взгляд это обусловлено двумя основными причинами: 1) эклектичным *смешением* качественно различных и плохо совместимых закономерностей плановой и рыночной экономики; 2) накоплением и постепенным усугублением в экономике старых проблем, которые в этот период нарождающимися рыночными механизмами решались недостаточно эффективно.

**Точка бифуркации 1998 года.** Это *дефолт*, чрезвычайно социально болезненный крах существовавшей на тот период экономики, в процессе которого были демонтированы внеэкономические механизмы управления экономикой, сдерживающие развитие рыночных отношений.

**3-й период (1998-2000 годы)** можно считать постдефолтным периодом стабилизации предметной области и отражающей ее модели на уровне адекватности 80 – 85%. Из этого можно сделать вывод о том, что в этот период в основном формируются закономерности рыночного характера, и старые механизмы плановой экономики оказывают уже довольно незначительное и все ослабевающее влияние.



**Точка бифуркации 2000 года.** Этот год можно назвать годом перехода от постдефолтного периода к стабильному поступательному развитию рыночной экономики.

**4-й период (2000-2008 годы)** период полной стабилизации российской экономики на рыночных принципах. При этом после 2001 года наблюдается стабилизация погрешности моделей на уровне 3-5%. Это говорит о высокой степени адекватности созданных моделей текущему состоянию экономики АПК, достаточной для того, чтобы исследование моделей можно было считать исследованием самой моделируемой предметной области.

Результаты кластерного анализа исследуемых периодов в системах SPSS и "Эйдос" практически совпадают, что повышает их достоверность, а значит и достоверность выводов о точках бифуркации и периодах эргодичности, сделанных на их основе. Достоверность системы созданных моделей обусловлена также большим количеством обобщенных в них экономических фактов, которых около миллиона (таблица 2).

Таблица 2 – РАЗМЕРНОСТИ ЧАСТНЫХ МОДЕЛЕЙ И КОЛИЧЕСТВО ОБОБЩЕННЫХ В НИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОВ

Наименование частной модели	Размерность частной модели: классов×факторов	Количество экономических фактов, обобщенных в модели
Модель-1: "Структура затрат – показатели предприятий"	213 × 1536	841421
Модель-2: "Показатели предприятий – объемы производства продукции в АПК"	15 × 213	9240
Модель-3: " Структура затрат – объемы производства продукции в АПК "	15 × 1536	59255
Всего:		909916

Все это позволяет сделать вывод о том, что на основе полученных моделей вполне *корректно* разрабатывать научно обоснованные рекомендации по рационализации структуры затрат с целью приведения показателей объемов производства продукции к целевым значениям. Для выработки этих рекомендаций на основе приведенной модели *непосредственно* на основе официальных статистических данных, обобщенных в матрице абсолютных частот, с использованием выражения (9) получена матрица знаний (таблица 3).

В матрице знаний столбцы соответствуют классам, т.е. состояниям объекта управления, а строки – интервальным значениям факторов. На пересечении строк и столбцов находятся коэффициенты, имеющие смысл

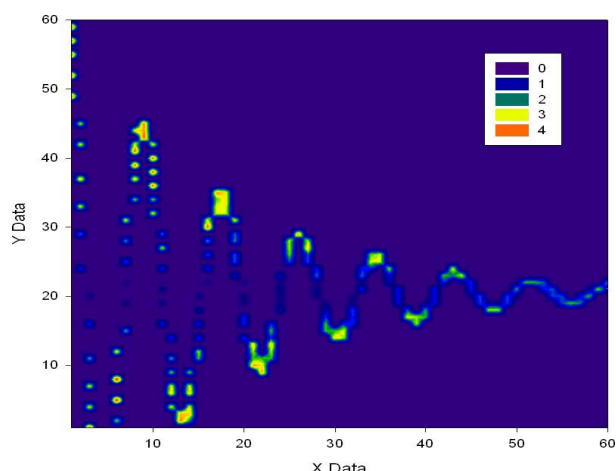
количества знаний, которое мы получаем о том, что объект управления перейдет в состояние, соответствующее столбцу, если известно, что на него действовало значение фактора, соответствующее строке.

Таблица 3 – МАТРИЦА ЗНАНИЙ В БИТ\*100 (ФРАГМЕНТ)

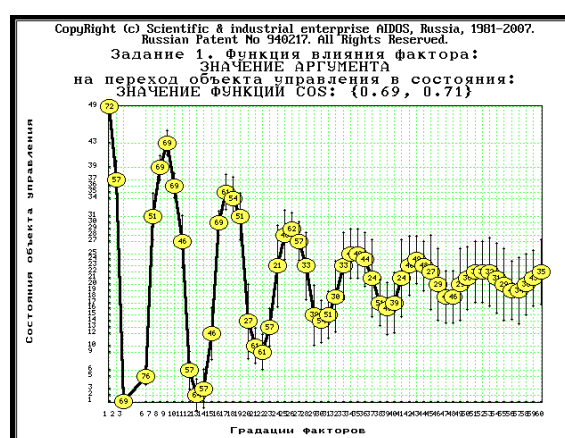
Коды значе- ний факторов	Состояния объекта управления (классы, обобщенные категории)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	-15	54				-15	44				-15		37	30		30
2	60					81	-25				81	32				27
3	11	30					4	90				110				-23
4			145					95	98				67			
5				145	153				93	153				104	153	
6		91					65						24	116		38
7	24	14				-5	37				-5	-5	25			27
8	60					110					110					27
9	12	-18	42			12	-44	42	45		12	62	-36			-22
10			63	117	126			63	65	126			-15	77	126	
11	35	5				64	8				64		-13	30		30
12	-5	43					37	25				74	-4			11
13			145							147				67		

Ранее было показано [21, 22], что матрица знаний может быть использована для выявления и визуализации *когнитивных функциональных зависимостей* в фрагментированных и зашумленных данных большой размерности. Кратко поясним суть этого метода. Матрица знаний рассчитывается на основе системной теории информации [20] непосредственно на основе эмпирических данных и представляет собой таблицу, в которой столбцы соответствуют *обобщенным* образам классов, т.е. будущим состояниям моделируемой системы, строки – значениям факторов, влияющих на эту систему, а на пересечениях строк и столбцов находится количество информации, которое содержится в факте действия значения фактора, соответствующего строке, на переход системы в состояние, соответствующее столбцу. Максимальное количество информации, которое может быть в значении фактора, определяется числом будущих состояний моделируемой системы. Модуль количества информации отражает силу влияния значения фактора, а знак – направление этого влияния, т.е. то, способствует он или препятствует наступлению данного состояния. Если последовательности классов и значений факторов образуют порядковые шкалы или шкалы отношений, т.е. соответственно, на них определены отношения «больше-меньше» или, кроме того, единица измерения, начало отсчета и арифметические операции, то матрица знаний допускает наглядную графическую визуализацию, *традиционного* для функций типа, когда значения факторов рассматриваются в качестве значений аргумента, а классы, о

наступлении которых в этих значениях факторов содержится *максимальное* количество информации – в качестве значений функции. Другие классы, менее обусловленные данным значением фактора, а также те, наступлению которых это значение препятствует в большей или меньшей степени, также могут отображаться соответствующими цветами, и это также может представлять интерес, т.к. позволяет задействовать мощные способности человека к анализу изображений. Когнитивные функции, представляемые в форме матрицы знаний, соответствуют очень общему виду функциональной зависимости: *многозначной функции многих аргументов*, т.к. каждое значение фактора влияет на все состояния моделируемого объекта, и каждое его состояние обусловлено всеми значениями факторов. Простой пример визуализации матрицы знаний, полученной на выборке, отражающей зависимость амплитуды затухающего гармонического колебания от времени, приведен на нижеследующем рисунках:



а) SigmaPlot на основе информации, подготовленной системой «Эйдос»



б) Система «Эйдос»

Для визуализации матрицы знаний на рисунке а) использовалась система SigmaPlot for Windows version 10.0. Для преобразования матрицы знаний, сформированной системой «Эйдос» в форму, удобную для использования в системе SigmaPlot, применялся режим `_683`. Этот режим формирует ряд баз данных:

- `inp2dmap.dbf` – для отображения двумерной когнитивной функции с изолиниями средствами системы SigmaPlot;

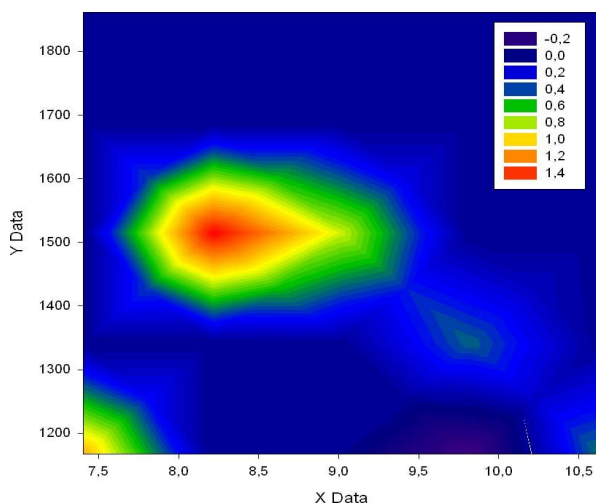
- `inp2d_xy.dbf` – для отображения классической когнитивной функции средствами MS Excel (точечный график), в которой для каждого значения аргумента приведено только одно значение функции – с максимальной информативностью;

- `dbf_2d1d.dbf` – промежуточная база данных, формируемая автоматически системой «Эйдос» для расчета баз данных: `inp2dmap.dbf` и `inp2d_xy.dbf`.

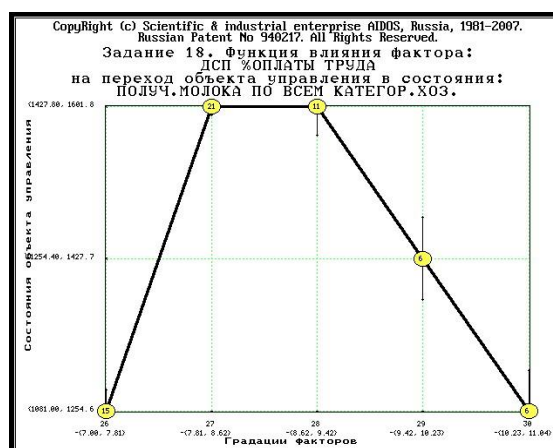
Сама система «Эйдос» позволяет отобразить *когнитивную функцию* в виде традиционного графика (рисунок б), в котором каждому зна-

чению аргумента соответствует единственное значение функции, а именно то, о реализации которого в данном значении аргумента содержится максимальное количество информации.

Исследования созданной семантической информационной модели показали, что в ней отражена зависимость величины объемов производства продукции, например, от доли затрат на оплату труда, а также от доли затрат и на топливо и энергию (рисунки 3 и 4).



**а) SigmaPlot на основе информации, подготовленной системой «Эйдос»**



**б) Система «Эйдос»**

**Рисунок 3 – Когнитивная функция зависимости объемов производства молока по всем категориям хозяйств АПК от доли в затратах оплаты труда**

Точное уравнение регрессии ( $R^2=1$ ), представляющее в аналитической форме когнитивную функцию с рисунка 3б, имеет вид:

$$y = 0,422x^4 + 39,72x^3 - 1414,9x^2 + 14447x - 45629$$

Это уравнение получено в MS Excel после загрузки базы данных dbf\_2d1d.dbf, специально предназначенной для построения подобных графиков и аналитических аппроксимаций (регрессий).

Из рисунка 3 видно, что объемы полученного молока зависят от доли оплаты труда в структуре затрат классическим образом (форма зависимости: «Купол»). Полученную зависимость, по-видимому, можно объяснить тем, что слишком низкая заработная плата недостаточно мотивирует персонал на высокопроизводительный труд, а чрезмерно высокая приводит к тому, что цена на продукт оказывается не конкурентной на рынке, что приводит к падению объема продаж. На основе полученной зависимости можно предположить, что в настоящее время для получения максимальных объемов продукции АПК, доля затрат на оплату труда должна составлять 7,5-9,5% от общих затрат на производство данного вида продукции.

Из рисунка 4 видно, что увеличение доли затрат на топливо и энергию закономерно приводит к падению объемов производства продукции в целом по АПК.

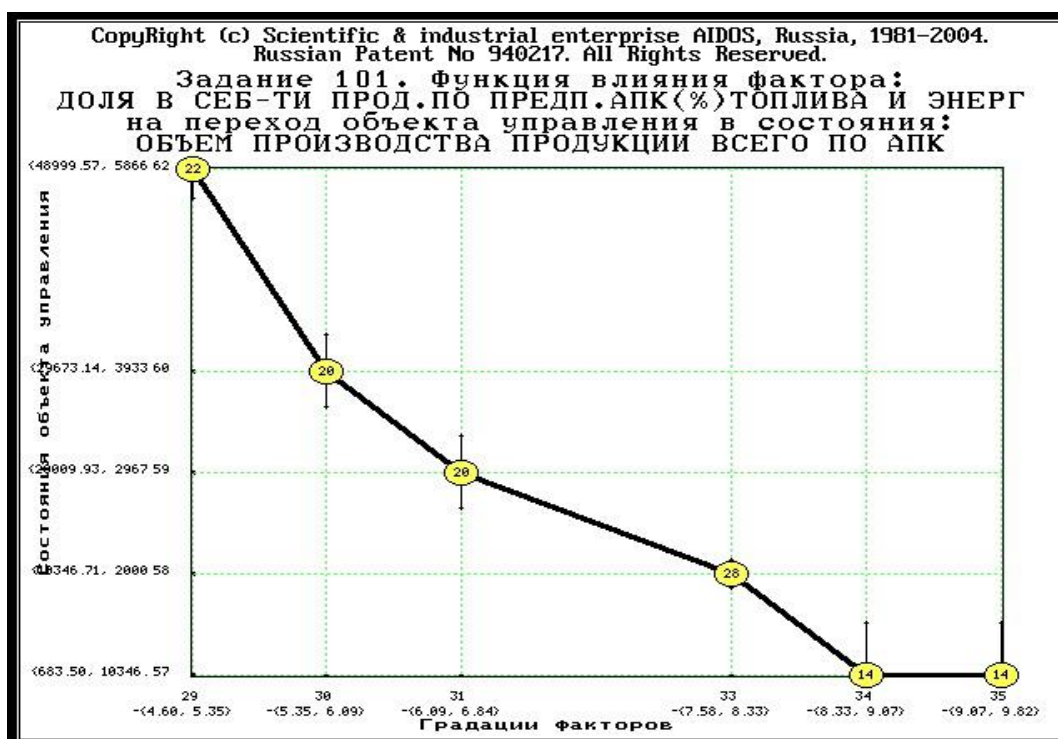


Рисунок 4 – Когнитивная функция зависимости объемов производства продукции всего по АПК от доли затрат на топливо и энергию

По форме графика на рисунке 4 можно предположить, что на нем мы видим только правую часть куполообразной кривой, подобной приведенной на рисунке 3. При этом видно, что максимальный объем производства продукции достигается при минимальной доле затрат на топливо и энергию в ее затрат, но наиболее рациональное значение этого вида затрат на графике не отражено, по-видимому потому, что *фактически за исследуемый 18-летний период оно не наблюдалось*. Не только максимальная доля затрат на топливо и энергию, но и следующее за ним несколько меньшее ее значение приводят к практически полной стагнации производства, т.е. эластичность функции в этой области близка к нулю. *Исходя из этого можно предположить, что для стимулирования роста производства, необходимо значительно снизить затраты предприятий на топливо и энергию*. Однако так как поставщики энергоресурсов в России являются монополистами, и рыночные механизмы ценообразования в этих условиях недостаточно эффективны, то, по-видимому, для решения этого вопроса необходимы политические решения, например, целевые государственные субсидии предприятиям АПК на приобретение энергоресурсов.

В работе был выполнен анализ большого количества подобных когнитивных функций и на этой основе сформулирован ряд научно-обоснованных рекомендаций по корректировке структуры затрат для повышения объема производства продукции АПК. В тоже время необходимо отметить, что в яре случаев получены неоднозначные зависимости со-

стояния объекта управления от направления изменения значения фактора и в этих случаях сложно разрабатывать прогнозы и рекомендации.

Решение задачи 4: разработать автоматизированную технологию и систему методик, обеспечивающие:

1) *прогнозирование* объемов производства различных видов продукции по заданной структуре затрат;

2) *поддержку* принятия решений по рациональному выбору структуры затрат, определяющей заданные целевые хозяйственно-экономические показатели деятельности предприятий и АПК в целом.

Задачи идентификации и прогнозирования с математической точки зрения являются очень сходными. Их отличие в том, что задача идентификации предполагает, что признаки и идентифицируемые состояния объекта управления относятся к одному времени, а в задаче прогнозирования признаки относятся к прошлому времени по отношению к прогнозируемым состояниям объекта управления. Система "Эйдос" выполняет идентификацию и прогнозирование для объектов, описание которых находится в распознаваемой выборке и выдает результат в форме таблицы, в верхней части которой приводятся классы в порядке убывания вероятности возникновения, в нижней части – классы в порядке возрастания вероятности невозникновения.

Решение задачи поддержки принятия решения заключается в определении системы детерминации заданного целевого состояния объекта управления, т.е. в определении системы значений факторов, наиболее способствующих переходу объекта в это состояние и наиболее препятствующих этому. Система "Эйдос" поддерживает различные способы представления системы детерминации состояний объекта управления: в частности результат можно получить в виде таблицы – информационного портрета класса, или в виде диаграммы – модели нелокального нейрона.

**В четвертом разделе "Исследование семантических информационных моделей и оценка их эффективности"** приводится решение задачи 5: исследовать предметную область путем исследования ее семантической информационной модели.

На основе опыта использования технологии СК-анализа в системах управления, предложена модификация методики СК-анализа 2002 года, отличающаяся тем, что цикл синтеза и использования СИМ начинается не с идентификации текущего состояния объекта управления, а с когнитивной структуризации и формализации предметной области (рисунок 5).

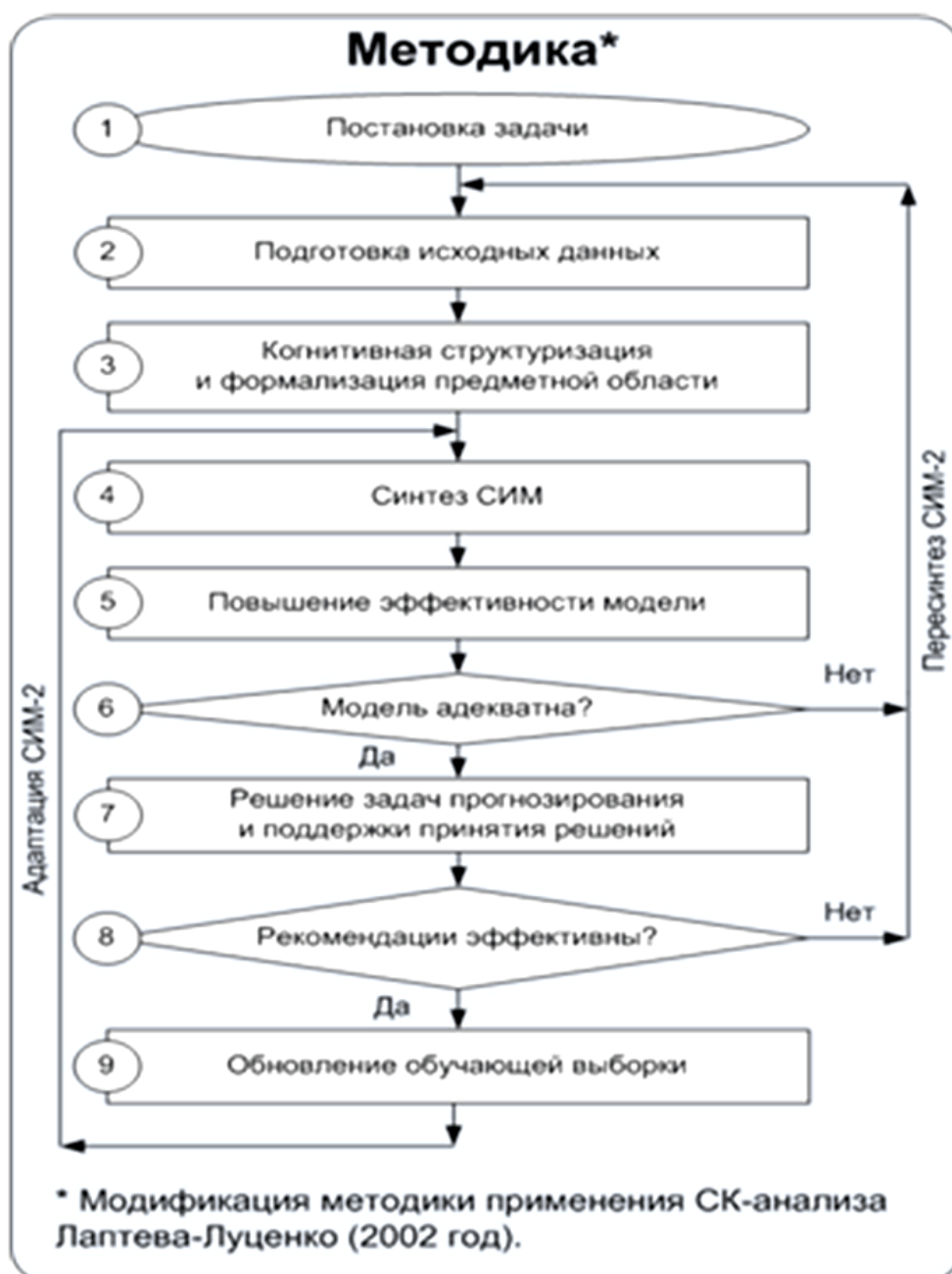


Рисунок 5 – Модифицированная методика применения СК-анализа в системах управления

Системно-когнитивный анализ модели включает: кластерно-конструктивный анализ классов и факторов и семантические сети классов и факторов; когнитивные диаграммы классов и факторов; нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети; нейросетевую модель управления объемами производства продукции АПК; классические когнитивные карты; обобщенные когнитивные карты.

Задача 6: разработать и применить методику оценки эффективности предлагаемых моделей и технологий. Выполнена оценка эффективности, сформулированы ограничения и перспективы развития предлагаемой технологии и методики ее применения. На основе результатов проведенных исследований получены научно-обоснованные выводы и рекомендации,

целью которых является обеспечение заданных объемов производства различных видов сельскохозяйственной продукции путем рационализации структуры затрат на ее производство. Высокий уровень адекватности построенных моделей, а также успешное применение метода системно-когнитивного анализа для решения широкого круга задач в различных предметных областях, дает основания предполагать, что выводы и рекомендации, полученные на основе созданной семантической информационной модели, дадут положительные результаты при решении задач АПК Краснодарского края.

Основным результатом когнитивного моделирования в данной работе является двухуровневая когнитивная диаграмма, приведенная на рисунке 6, являющаяся *фактической конкретизацией* принципиальной схемы влияния структуры затрат на объемы производства продукции в АПК, приведенной на рисунке 1:

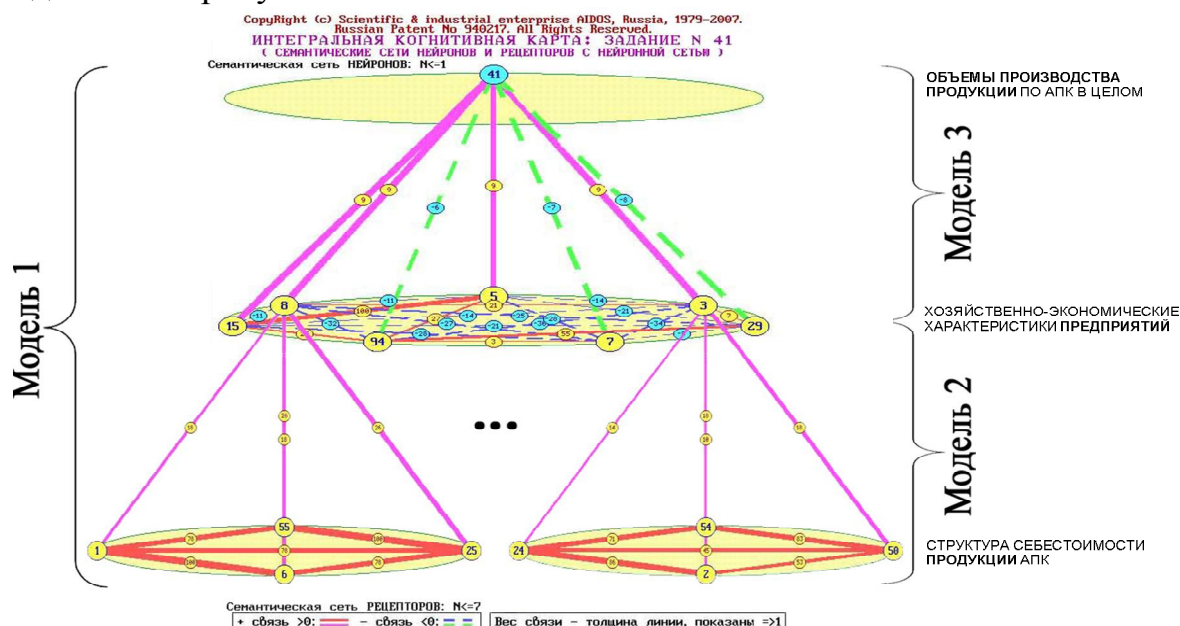


Рисунок 6 – Фрагмент *фактической* двухуровневой когнитивной модели влияния структуры затрат продукции на объемы ее производства в АПК

Необходимо подчеркнуть, что эта конкретизация получена непосредственно на основе исследования эмпирических данных, в качестве которых выступали данные официальной Госстатистики.

Задача 7: предложить рекомендации по внедрению и применению разработанных моделей и технологий. Необходимо отметить, что в связи с высокой динамичностью экономической ситуации в АПК, для поддержания созданной модели в адекватном состоянии, необходимо выполнение определенных работ *на постоянной основе*. Для этой цели *рекомендуется* на уровне Департамента сельского хозяйства администрации Краснодарского края организовать группу специалистов, которая по разработанной методике применения СК-анализа будет выполнять сбор актуальной ин-



формации, ввод ее в систему, синтез и исследование моделей, выработку научно-обоснованных рекомендаций для администрации и хозяйственников.

В **заключении** собраны основные результаты выполненной работы изложены рекомендации по приведению стихийно сложившейся структуры затрат в АПК к рациональному виду. На основе полученных с помощью системы "Эйдос" когнитивных функций, предложены рекомендации по корректировке структуре затрат на оплату труда, топливо и энергию, сырью и материалов и др. В связи с возможным вступлением России во Всемирную торговую организацию (ВТО), сформулированы *рекомендации*, цель которых – обратить внимание руководителей хозяйств и регионального АПК на то, что стихийно сложившаяся структуры затрат в организациях АПК не вполне рациональна и оправдана разработка *системы конкретных мер и механизмов* по нормализации этой структуры. В *частности*, так как в АПК Краснодарского края наблюдается значительное превышение доли затрат на горюче-смазочные материалы в затрат по сравнению с рациональной, то, в соответствии с традиционной международной практикой, *рекомендуется* ввести целевые государственные дотации на топливо и энергию для сельхозпроизводителей.

#### **Основные результаты, выводы и рекомендации**

Результатом выполненной работы является решение поставленных задач:

1. Дано обоснование математической модели системно-когнитивного анализа на основе теоремы умножения вероятностей в результате чего получены модифицированные выражения для количественной меры знаний и интегрального когнитивного критерия.

2. Предложена классификация семантических информационных моделей предметной области, включающая модель детерминации экономической ситуации структурой затрат продукции АПК, а также модели детерминации объемов производства продукции АПК экономической ситуацией и структурой затрат. Для каждой из трех моделей определены целевые и нежелательные состояния объекта управления и детерминирующие эти состояния факторы. Осуществлена формальная постановка задачи синтеза системы моделей, в рамках которой разработаны классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающие выборки.

3. Выявлены зависимости между значениями факторов и состояниями объекта управления, осуществлены синтез и проверка адекватности системы семантических информационных моделей. Созданные модели показали высокую степень адекватности, что позволяет считать их исследование изучением самой предметной области. Проведено исследование семантических информационных моделей на эргодичность, сходимоссть и устойчивость, что позволило выделить четыре периода экономического развития АПК края. До 1995 года – формирование закономерностей в переходный

период. 1995-1998 годы – стабилизация экономики на фоне смешения качественно различных закономерностей плановой и рыночной экономики. Период с 1998 до 2000 года – развитие рыночных и вытеснение старых закономерностей, планомерное повышение качества экономики. Начиная с 2001 года, достигается стабилизация модели на уровне погрешности 3-5%, что дает основание предполагать, что в этот период в Краснодарском крае в основном завершилось формирование рыночной экономической инфраструктуры АПК.

4. Решены задачи *прогнозирования* объемов производства различных видов продукции АПК по заданной структуре затрат и *поддержки принятия решений* по рациональному выбору структуры затрат, определяющие заданные целевые состояния объекта управления, т.е. объемы производства продукции АПК.

5. Проведено исследование созданной семантической информационной модели АПК Краснодарского края, в ходе которого в результате кластерного анализа получены матрицы сходства состояний АПК по системе их детерминации, матрицы сходства факторов по их влиянию на поведение АПК, семантические сети классов и факторов, кластеры одновременно достижимых состояний АПК, конструкты альтернативных одновременно недостижимых состояний АПК, нелокальные нейроны и информационные портреты, отражающие систему детерминации состояний АПК, семантические портреты факторов, классические и интегральные когнитивные карты, диаграммы содержательного сравнения состояний АПК и влияния структуры затрат.

6. Разработана и применена методика оценки эффективности предлагаемых моделей и технологий, позволяющая предположить, что внедрение результатов и технологий, полученных в данном исследовании, вполне оправдано и целесообразно.

7. На основе созданных моделей получены научно-обоснованные выводы и *рекомендации*, представленные в традиционной форме таблиц, а также в форме графических интуитивно понятных диаграмм. В частности, исследование зависимости между долей в затратах горюче-смазочных материалов (ГСМ) и объемами производства, показало выраженное негативное влияние завышенной доли затрат на ГСМ. В этой связи возрастает актуальность введения государственных целевых дотаций, покрывающих часть затрат, например, на ГСМ и оплату труда. Необходимо отметить, что этот вывод сам по себе является известным, но новыми являются *научно-обоснованные* технология и методика его получения на основе количественного системно-когнитивного анализа официальных данных Госстатистики. Необходимо также отметить, что предложенные технология и методика позволяют разрабатывать научно-обоснованные рекомендации по конкретным *количественным* значениям различных составляющих в структуре затрат продукции, а не просто по их увеличению или уменьше-

нию, как ранее. Рационализация структуры затрат продукции повысит шансы отечественных производителей в условиях возможного вступления России во Всемирную торговую организацию, в которой широко применяется подобное субсидирование.

*Основным результатом работы является разработка технологии и методики применения системно-когнитивного анализа для создания семантической информационной модели АПК Краснодарского края, обеспечивающей прогнозирование и поддержку принятия решений по определению рациональной структуры затрат, обуславливающей заданные целевые объемы производства продукции.*

### Список литературы

1. Шеляг М.М. Системно-когнитивный анализ влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства в АПК// Технические науки: Сборник научных работ: "Труды Кубанского государственного аграрного университета". – Выпуск № 420 (448). – Краснодар: КубГАУ, 2005. С. 118-123.
2. Шеляг М.М., Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ влияния структуры себестоимости на объемы производства продукции АПК. // Экономика: Научный журнал: "Труды Кубанского государственного аграрного университета". – Выпуск № 3 (12), 2008. – Краснодар: КубГАУ, 2008. С. 33-37.
3. Пат. № 2007614570. РФ. Подсистема синтеза семантической информационной модели и измерения ее внутренней интегральной и дифференциальной валидности (Подсистема "Эйдос-м25"). /Е.В. Луценко, М.М. Шеляг (Россия); Заяв. № 2007613644. Оpubл. 30.10.07 г. – 40с.
4. Пат. № 2007614715. РФ. Программный интерфейс между базами данных официальной статистической отчетности по структуре себестоимости и объемам производства продукции в АПК и базовой системой "Эйдос" (Интерфейс "Статотчетность – Эйдос"). /М.М. Шеляг (Россия); Заяв. № 2007613808. Оpubл. 14.11.07 г. – 44с.
5. Шеляг М.М. Изучение влияния структуры себестоимости на объемы производства в АПК с применением технологий искусственного интеллекта// Информационные технологии: Сборник научных работ: "Научное обеспечение агропромышленного комплекса". Материалы VII регион. науч.-практ. конф. молод. ученых. – Краснодар: КубГАУ, 2005. С. 379-380.
6. Шеляг М.М. Анализ влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства в АПК. Метод анализа данных. Система моделей данных // Математические методы и информационно-технические средства: Труды II Всероссийской научно-практической конференции, 23 июня 2006г. – Краснодар: Краснодарский университет МВД России, 2006. – 124 с.119-121.
7. Шеляг М.М. Анализ периодов эргодичности экономического развития АПК Краснодарского края.// Прогнозирование процессов в АПК: Экономическое прогнозирование: модели и методы: материалы III Международной научно-практической конференции: в 2 ч. – Воронеж: ВГУ, 2007. – Ч. I. – С. 299-306.
8. Шеляг М.М. Функции влияния элементов структуры себестоимости на показатели объемов производства продукции АПК Краснодарского края. // Математические методы и информационно-технические средства: Труды III Всероссийской научно-практической конференции, 22 июня 2007 г.- Краснодар: Краснодарский университет МВД России, 2007. – С. 130-134.

9. Шеляг М.М. Прогнозирование объемов производства по заданной структуре себестоимости продукции в АПК. // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 1-ой всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – С. 466-467
10. Шеляг М.М. Построение семантической информационной модели влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства в АПК Краснодарского края. // Управление созданием и развитием систем, сетей и устройств телекоммуникаций: Труды международной научно-практ. конф. – Санкт-Петербург 2008. – С. 430-440
11. Шеляг М.М. Применение систем искусственного интеллекта для исследования влияния структуры себестоимости на объемы производства в АПК / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №02(10). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/15.pdf>
12. Шеляг М.М. Проблема влияния структуры себестоимости на объемы производства продукции, (постановка, актуальность, идея решения) / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №06(14). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/06/pdf/16.pdf>
13. Шеляг М.М. Классификация моделей и задач при исследовании влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства в АПК методом СК-анализа / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(25). – Шифр Информрегистра: 0420700012\0007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/16.pdf>
14. Шеляг М.М. Определение периодов эргодичности и бифуркации макроэкономической ситуации в АПК Краснодарского края в период с 1991 по 2005 годы / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №02(26). – Шифр Информрегистра: 0420700012\0027. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/02/pdf/10.pdf>
15. Шеляг М.М. Функции влияния элементов структуры себестоимости на показатели объемов производства продукции АПК Краснодарского края / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(30). – Шифр Информрегистра: 0420700012\0113. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/02.pdf>
16. Шеляг М.М. Семантическая информационная модель влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства. Постановка проблемы, краткое содержание работы. Часть 1. / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №08(32). – Шифр Информрегистра: 0420700012\0145. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/08/pdf/07.pdf>
17. Шеляг М.М. Семантическая информационная модель влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства. Постановка проблемы, краткое содержание работы. Часть 2 / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №09(33). – Шифр Информрегистра: 0420700012\0156. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/09/pdf/16.pdf>
18. Шеляг М.М. Синтез, оптимизация и верификация семантических информационных моделей АПК Краснодарского края / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №10(34). – Шифр Информрегистра: 0420700012\0176. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/18.pdf>
19. Шеляг М.М. Обоснование количественной меры знаний, когнитивного интегрального критерия и второй семантической информационной модели СК-анализа на основе теории вероятностей / М.М. Шеляг // Научный журнал КубГАУ [Элек-

- тронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №09(43). – Шифр Информрегистра: 0420800012\0129. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/09/pdf/02.pdf>
20. 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. – 605с.
  21. Луценко Е.В. Численный расчет эластичности объектов информационной безопасности на основе системной теории информации / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(1). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/05.pdf>
  22. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(11). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>