

УДК 303.732.4

## **ФУНКЦИИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ СЕБЕСТОИМОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ АПК КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Шеляг М.М., – аспирант  
*Кубанский государственный аграрный университет*

В данной статье изложена теория построения графиков когнитивных функций зависимостей целевых и детерминирующих факторов системы аграрно-промышленного комплекса Краснодарского края. Описаны типичные виды таких графиков. Представлены примеры графиков, полученных при помощи универсальной когнитивной системы "Эйдос", реализующей математическую модель и методику численных расчетов метода системно-когнитивного анализа. Предложены основанные на полученных графиках рекомендации по корректировке структуры себестоимости продукции для достижения максимального объема производства.

Ключевые слова: ФУНКЦИИ, ВЛИЯНИЕ, ЭЛЕМЕНТ, СТРУКТУРА, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ПОКАЗАТЕЛИ, ОБЪЕМ, ПРОИЗВОДСТВО, ПРОДУКЦИЯ, АПК, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ

Известно, что графическое представление информации является наиболее легко воспринимаемой формой изложения. Это определяет необходимость использовать различные графики и диаграммы для отображения результатов в системах анализа данных.

При изучении зависимости объемов производства от структуры себестоимости продукции агропромышленного комплекса (АПК) Краснодарского края [6, 7], рассматривается многолетняя динамика изменения множества параметров, характеризующих развитие АПК региона. Целью исследования в частности является формирование научно обоснованных рекомендаций по корректировке структуры себестоимости продукции для получения максимальных объемов производства. Это означает, что для пары элемент структуры себестоимости – целевой параметр объема производства, необходимо выявить функциональную зависимость, которая наглядно демонстрирует динамику одного параметра при уменьшении или

увеличении значения второго параметра. Опишем процесс выявления таких зависимостей с использованием автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСКА) [1] и реализующей его математическую модель и методику численных расчетов, универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос".

Множество данных, описывающих многолетнюю динамику различных параметров развития АПК, представляет собой двумерный массив, имеющий непригодный для машинной обработки вид. Это связано с фрагментарностью (отсутствием данных по параметрам за некоторые годы), измерением параметров в различных диапазонах и величинах, и прочими особенностями исходных данных [6]. Применяемый в исследовании метод системно-когнитивного (СК) анализа, для подготовки исходных данных предполагает выполнение операций когнитивной структуризации и формализации предметной области [2].

Под *когнитивной структуризацией* предметной области понимается ее познание на основе системного подхода. В результате объект познания представляется как система, имеющая сложное многоуровневое иерархическое строение. Когнитивная структуризация предметной области включает этап выявления целевых параметров системы, т.е. ее желательных и нежелательных будущих состояний, и этап определения системы факторов, детерминирующих эти будущие состояния.

*Формализация* предметной области представляет конструирование *классификационных и описательных шкал и градаций*, как правило, порядкового типа с использованием интервальных оценок, в системе которых предметная область описывается в форме, пригодной для обработки на компьютере с использованием математических моделей. В соответствии с методом СК-анализа каждый анализируемый числовой фактор, независимо от его смысла и единиц измерения, рассматривается как переменная чи-

словая величина, принимающая определенное множество значений. Подобные величины формализуются путем сведения к интервальным значениям, т.е. путем введения некоторого количества диапазонов, охватывающих все множество значений фактора, и установления фактов попадания конкретного значения величины в определенный диапазон.

В автоматизированном системно-когнитивном (АСК) анализе теоретически обоснована и реализована *количественная мера соответствия* между событиями или явлениями любого рода, получившей название "системная мера целесообразности информации", которая по существу является *количественной мерой знаний* [5]. Вычислив степень соответствия каждого из первичных признаков с целевыми факторами объекта управления, получим информационные портреты признаков.

*Информационный (семантический) портрет признака* – это упорядоченный список классов, ранжированный в порядке убывания силы влияния данного фактора на переход объекта управления в состояния, соответствующие данным классам. 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 (также в порядке увеличения силы).

Информационные портреты факторов могут быть *отфильтрованы* по диапазону классов, в результате чего отображается влияние данного фактора на переход объекта управления не во все возможные будущие состояния, а только в те состояния, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным классификационным шкалам.

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 объекта управления в которое данная градация фактора оказывает *наибольшее* влияние, то мы получим зависимость, отражающую "вероятность" перехода объекта управления в будущие состояния под влиянием различных значений некоторого фактора. Если на когнитивной функции отображать не по одному, а по два состояния или более будущих состояний объекта управления, на переход в которые значения факторов оказывают наибольшее влияние, то будут получены *многозначные когнитивные функции* [4].

*Когнитивная функция* представляет собой график зависимости "вероятностей" перехода объекта управления в будущие состояния под влиянием различных значений некоторого фактора. Смысл когнитивной функции влияния можно прояснить, если представить себе очень упрощенный случай, когда у нас есть всего две описательные шкалы, формализующие факторы, и одна классификационная, формализующая состояния объекта управления. В этом случае когнитивные функции влияния можно считать *сечениями* поверхности графика, отражающего зависимость состояний объекта от факторов, поверхностью, параллельной классификационной шкале и одной из описательных шкал.

Когнитивные функции влияния являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым АСК-анализом и его программным инструментарием – системой "Эйдос". Необходимо отметить, что на вид когнитивных функций математической моделью СК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности они могут быть и *нелинейные*.

Каждая опорная точка на графиках когнитивных функций снабжена числом и вертикальным интервалом, которые отражают вклад данного

значения фактора в детерминацию конкретного состояния объекта управления. Это в определенной мере является аналогом доверительного интервала в СК-анализе [3]. Число означает процент количества информации от теоретически максимально возможного, которое мы получаем из факта действия данного значения фактора о переходе объекта управления в данное состояние. Вертикальный интервал тем меньше, чем выше степень детерминации.

Рассмотрим пример, в котором для конкретной ситуации выполним построение когнитивных функций. Пусть объектом управления будет поле, на котором засеяна пшеница. В качестве наблюдаемых факторов выберем урожай пшеницы, количество солнечных дней и количество выпавших дождей в период созревания зерна. Соберем статистику по перечисленным параметрам за несколько лет. На стадии когнитивной классификации предметной области выделим целевой фактор – урожай зерна, и факторы, которые определяют состояние целевого фактора – количество солнечных дней и осадков. На стадии формализации построим одну классификационную и две описательных шкалы, и определим градации факторов, для чего определим максимальные и минимальные значения факторов, и полученные интервалы разделим на 5 равных промежутков. Т.о. мы получили пять классов распознавания и 10 первичных признаков.

Далее, с помощью системы анализа данных "Эйдос", выполним синтез модели, включающий расчет соответствия первичных признаков и классов распознавания и построим информационные портреты признаков. Для построения когнитивной функции зависимости целевого фактора от количества солнечных дней рассмотрим информационные портреты первичных признаков, соответствующих фактору "количество солнечных дней". Каждый из этих информационных портретов содержит список классов, расположенных в порядке убывания силы влияния фактора на переход

объекта управления в состояния, соответствующие данным классам. Если взять по одному значению из каждого информационного портрета, то получим однозначную когнитивную функцию влияния количества солнечных дней на объем выращенного зерна.

Для усложнения данного примера с целью повышения его адекватности реальным условиям, можно добавить такие факторы как количество вредителей на поле, качество засеянного зерна, тип и качество почвы и прочие.

В рамках исследования зависимости структуры себестоимости и объемов производства продукции АПК региона использовались исходные данные, которые представляют статистику развития предметной области по большому количеству показателей за 16 лет. Данные получены в краевом комитете статистики. В результате выполнения когнитивной структуризации предметной области, на базе исходных данных было построено три семантических модели [8, 9, 10]. В данной статье остановимся на рассмотрении первой модели, т.к. анализ двух других моделей аналогичен первой. Целевыми факторами были выбраны 30 показателей следующих типов:

- динамика производства продуктов животноводства,
- динамика объемов производства продукции в отраслях АПК,
- индексы физического объема промышленной продукции,
- динамика валовых сборов сельскохозяйственных культур,
- производство продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств.

В качестве факторов управления были выбраны 12 параметров, характеризующих динамику структуры себестоимости промышленной продукции по элементам затрат в разрезе отраслей.

Средствами системы "Эйдос" был выполнен автоматический ввод данных и формализация предметной области (режим "1. Формализация" – "5. Программные интерфейсы для ввода данных" – "3. Импорт данных из транспонированных файлов профессора А.Н. Лебедева"). В результате выполнения этого режима были сконструированы порядковые классификационные и описательные шкалы и градации, сформирована обучающая выборка. Далее был выполнен синтез семантической модели (режим "2. Обучение" – "3. Синтез семантической информационной модели" – "5. Автоматическое выполнение"). Далее было выполнено построение информационных портретов признаков (режим "5. Типология" – "2. Типологический анализ первичных признаков" – "1. Информационные (ранговые) портреты").

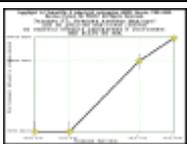
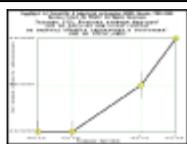
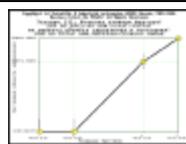
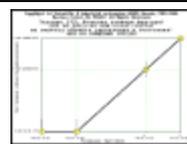
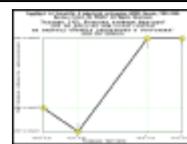
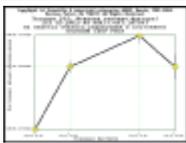
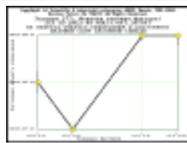
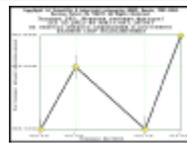
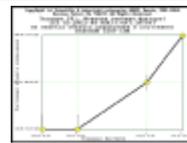
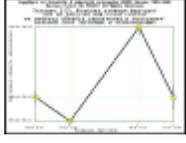
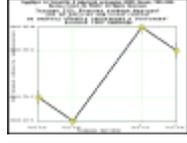
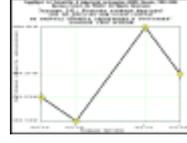
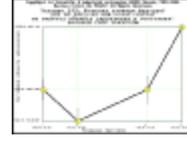
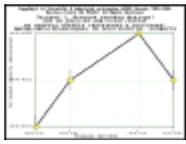
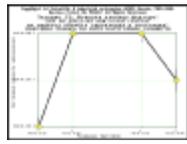
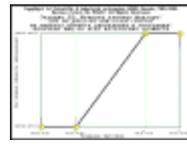
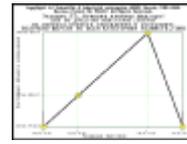
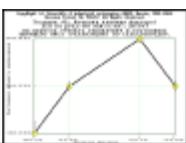
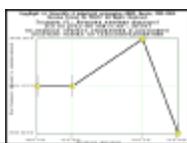
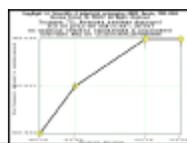
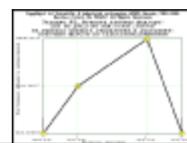
В системе "Эйдос" реализован режим автоматического формирования всех комбинаций целевой фактор – признак, и построение графиков когнитивных функций. В ходе исследования было выполнено построение набора графиков когнитивных функций. Объем данной работы не позволяет привести все полученные графики функций из-за их большого количества: так, при исследовании 30 целевых факторов и 12 первичных признаков, количество построенных графиков будет равняться 360. Однако, для примера, приведем графики когнитивных функций зависимости параметров одной из подгрупп исследуемых целевых факторов – объем производства продукции в отраслях агропромышленного комплекса и параметров структуры себестоимости промышленной продукции по элементам затрат в разрезе отраслей (Таблица 1).

**Таблица 1 – КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В ОТРАСЛЯХ АПК И СТРУКТУРЫ СЕБЕСТОИМОСТИ**

		ДИНАМИКА ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В ОТРАСЛЯХ АПК					
		Всего по предприятиям АПК	Обеспечивающие АПК средствами производства	Отрасли, перерабат. сельскохоз. сырье	В т.ч. пищевая промышленность	В т.ч. мукомольно-крупяная и комбикормовая	
ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ПО ЭЛЕМЕНТАМ ЗАТРАТ В РАЗРЕЗЕ ОТРАСЛЕЙ (КРУПНЫЕ И СРЕДНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ)	Всего по предприятиям АПК:	Материальные затраты					
		В т.ч. сырье и материалы					
		Комплектующие и полуфабрикаты					
		Работы и услуги					
		Топливо и энергия					
		Оплаты труда					
	Отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье (пищевые)	Материальные затраты					
		В т.ч. сырье и материалы					
		Комплектующие и полуфабрикаты					
		Работы и услуги					
		Топливо и энергия					
		Оплаты труда					

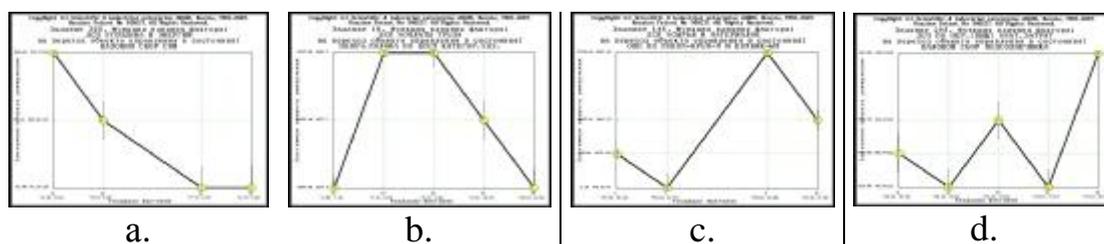
Графики, сгруппированные по детерминирующим признакам, как показано в таблице 2, позволяет проследить влияние выбранного признака (доля материальных затрат в структуре себестоимости продукции) на различные показатели объемов производства. Это дает возможность выявить детерминирующие признаки, влияние которых аналогично для всех или большого количества рассматриваемых целевых факторов системы.

**Таблица 2 – ВЛИЯНИЕ ДОЛИ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ В СТРУКТУРЕ СЕБЕСТОИМОСТИ НА ОБЪЕМ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ АПК**

ДИНАМИКА ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ В ОТРАСЛЯХ АПК				
				
ДИНАМИКА ВАЛОВЫХ СБОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР				
				
				
ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА (ТЫС.Т) Все категории хозяйств				
				
				

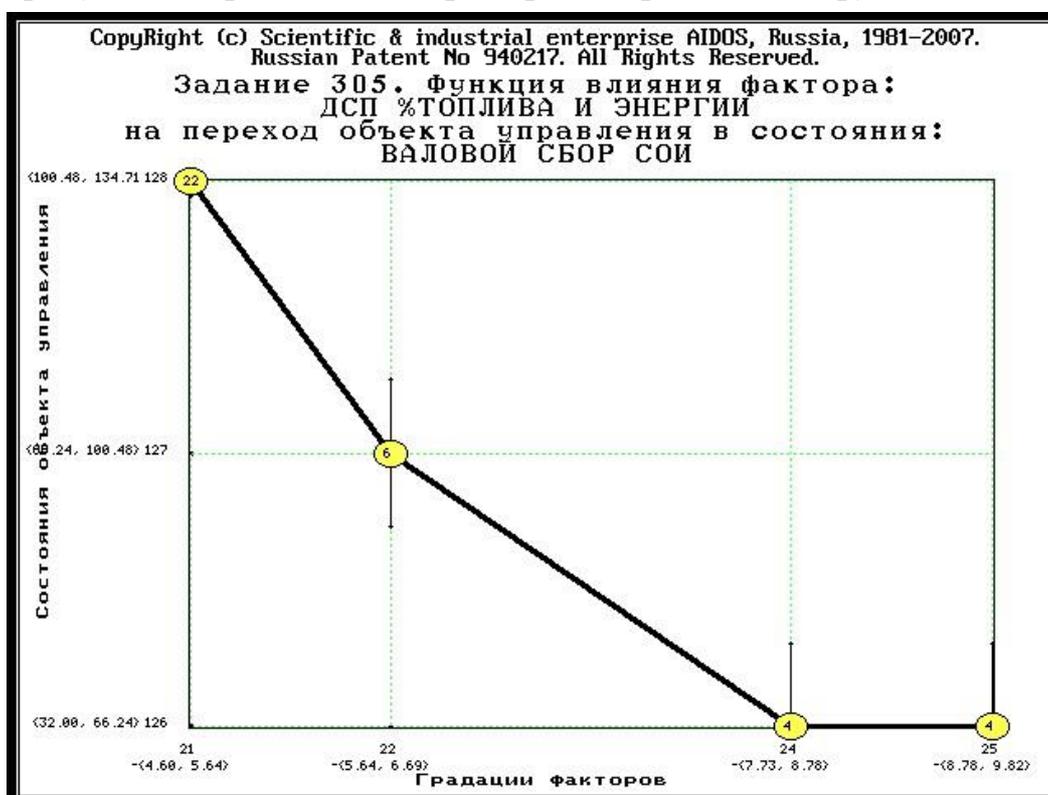
Среди построенных когнитивных графиков можно выделить несколько типичных видов (рисунок 1):

- a. неубывающая или невозрастающая функция;
- b. функция с одним минимумом или максимумом;
- c. функция с одним минимумом и одним максимумом;
- d. функция с несколькими минимумами и максимумами.



**Рисунок 1. Различные типы когнитивных функций.**

Опишем подробнее каждый из типов функций на конкретных примерах. График зависимости целевого фактора "Валовой сбор сои" от детерминирующего фактора "Доля топлива и энергии в себестоимости продукции" (рисунок 2) представляет пример невозрастающей функции.

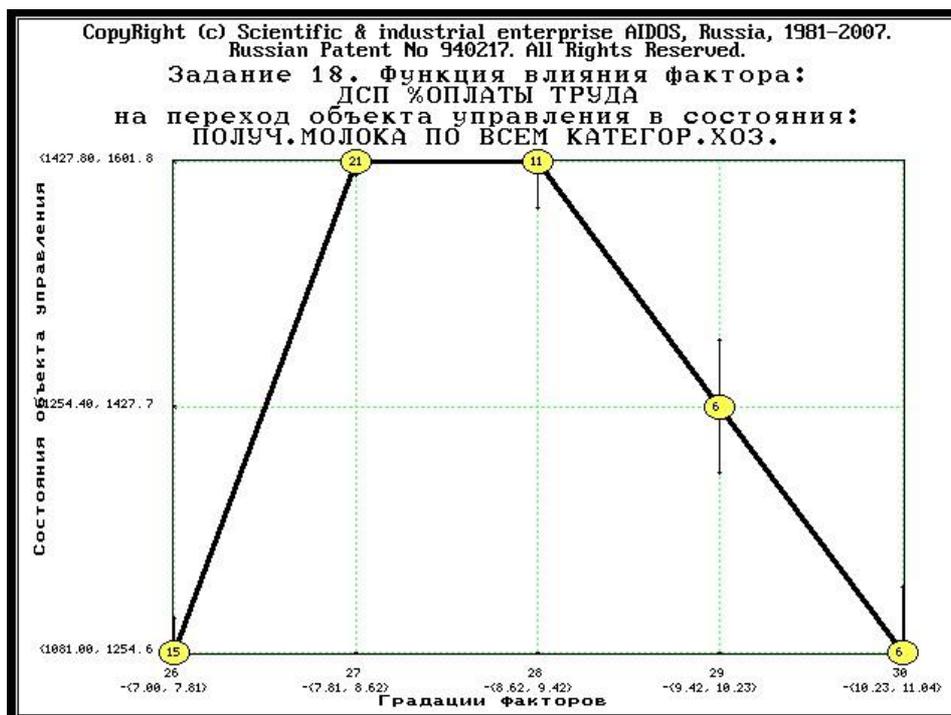


**Рисунок 2. Зависимость валового сбора сои от доли затрат на топливо и энергию в структуре себестоимости продукции.**

В данном случае можно говорить об ожидаемом падении объема производства сои при увеличении доли затрат на топливо и энергию в себестоимости продукции. Для данного случая можно рекомендовать уменьшать долю затрат на топливо и энергию. Можно отметить, что два правых значения функции соответствуют нижнему интервалу классифика-

ционной шкалы. Возможно, это означает, что достигнуто пороговое значение доли топлива и энергии в структуре себестоимости, и дальнейшее увеличение доли данного фактора не будет значительным образом сказываться на объеме производства сои.

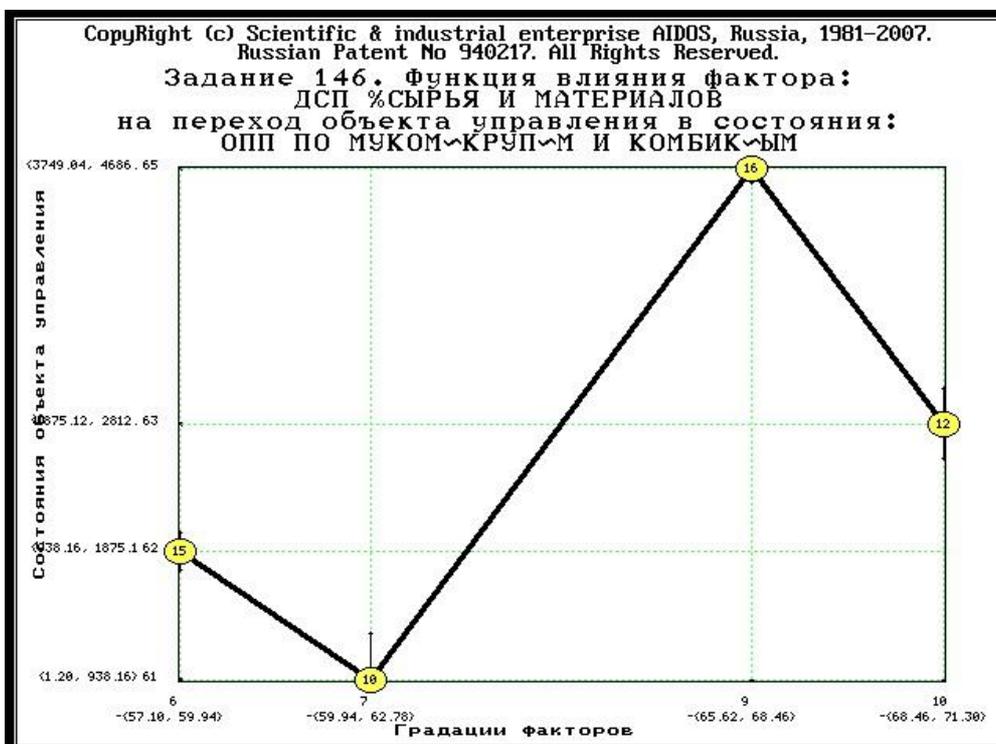
Второй тип функций представлен когнитивным графиком влияния доли оплаты труда в структуре себестоимости на количество полученного молока по всем категориям хозяйств АПК (рисунок 3).



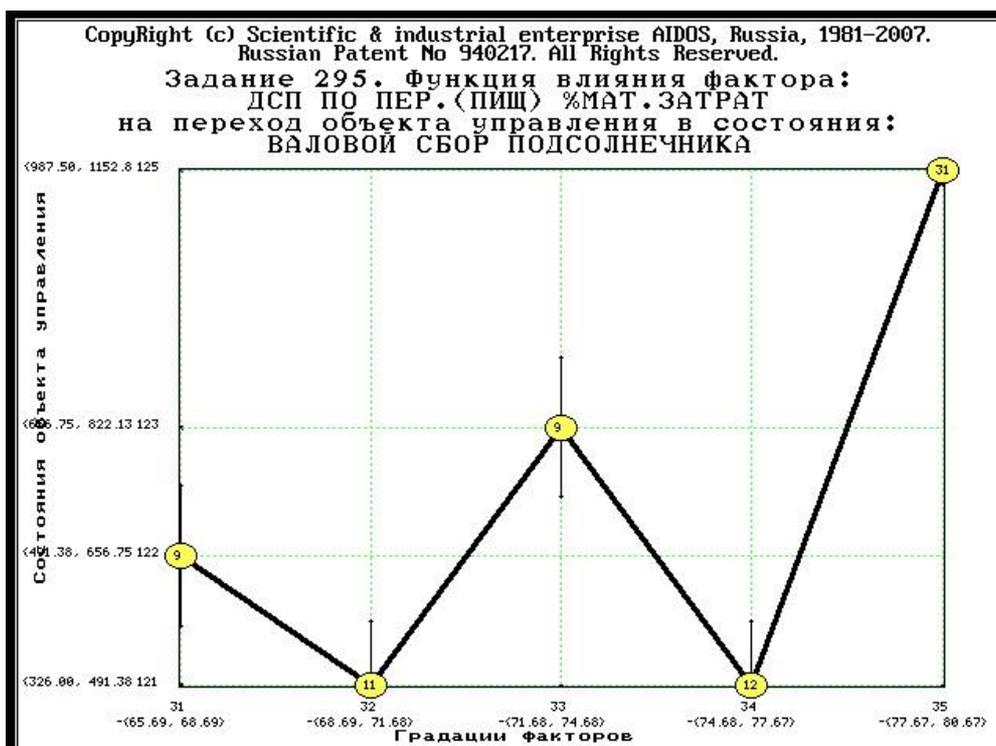
**Рисунок 3. Зависимость объема полученного молока по всем категориям хозяйств от доли затрат на оплату труда структуре себестоимости продукции.**

На графике видно, что если доля оплаты труда составляет от 7,8 до 9,4 процента, то объем производства молока может быть максимальным, иначе прогнозируется спад количества полученного молока. Наличие двух опорных точек, соответствующих верхнему интервалу классификационной шкалы говорит о низкой степени эластичности функции, т.е. при значительном изменении параметра значение функции меняется не сильно. Данный график позволяет рекомендовать придерживаться доли затрат на оплату труда в рамках 7,8 – 9,4 % для получения максимального объема производства.

На графике функции влияния доли затрат на сырье и материалы на объем производства продукции по мукомольно-крупяным и комбикормовым предприятиям (рисунок 4), мы видим два экстремума.



**Рисунок 4. Зависимость объема производства продукции по мукомольно-крупяным и комбикормовым предприятиям от доли затрат на сырье и материалы в структуре себестоимости продукции.**

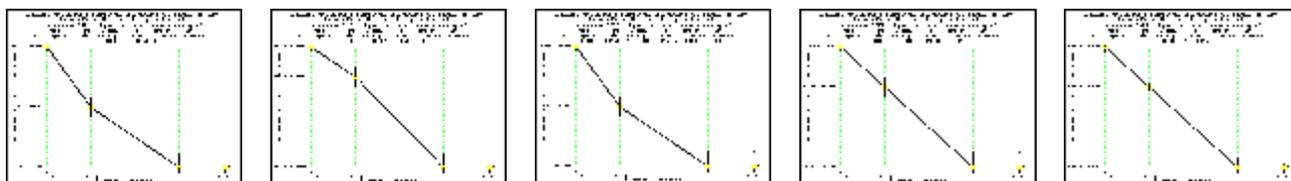


**Рисунок 5. Зависимость валового сбора подсолнечника от доли материальных затрат в структуре себестоимости продукции**

Минимум объема производства наблюдается при доле фактора 59,94 – 62,78%, и максимум объема производства продукции при значении детерминирующего фактора в интервале 65,62-68,46%. В данном случае рекомендуется избегать долей фактора, соответствующих минимуму функции. Однако, уменьшение затрат на сырье ниже 60% также может привести к росту объемов производимой продукции, но поведение системы в таких (граничных) условиях прогнозируется плохо.

Влияние доли материальных затрат в структуре себестоимости на валовой сбор подсолнечника (рисунок 5) в нашем случае однозначно прогнозировать не удастся: мы видим периодическое повышение объемов производства с ростом доли материальных затрат, чередующееся со спадом. Таким образом, планомерное увеличение доли фактора в себестоимости продукции может привести к уменьшению производства. Однако на графике прослеживается тренд к увеличению количества сбора подсолнечника с ростом доли материальных затрат.

Для некоторых первичных признаков прослеживается одинаковое поведение состояний объекта управления. Например, при увеличении доли затрат на топливо и энергию в структуре себестоимости продукции, динамика объемов производства продукции остается убывающей для всех отраслей АПК. Результаты управления долей в структуре себестоимости такого признака наиболее легко предсказать. В случае, приведенном на рисунке 6, для достижения максимального уровня объема производства, необходимо максимально снижать стоимость энергии. Если же необходимо установить определенное, заранее указанное значение объема производства в одной из отраслей АПК, то для данной отрасли достаточно установить соответствующий уровень стоимости топлива и энергии.



**Рисунок 6. Графики влияния доли затрат на топливо и энергию в структуре себестоимости на объемы производства продукции АПК по отраслям**

Т.о. статистические данные, представляющие параметры предметной области образуют многомерное пространство состояний системы. Это пространство содержит поверхность, представленную сложной функциональной зависимостью значений целевых параметров системы и значений признаков. Различные сечения этой поверхности могут выявить зависимости двух и более факторов предметной области. Когнитивные функции двух и трех параметров можно отобразить на графиках. Исследование зависимости более трех параметров не дает наглядной формы отображения результата. Наиболее удобными для восприятия являются графики функций одной переменной. В зависимости от силы существующей между целевым фактором и признаком зависимости, построенный график когнитивной функции может быть более или мене информативным.

Изучение построенных с помощью системы "Эйдос" графиков когнитивных функций позволяет делать выводы о целевых и нежелательных значениях детерминирующих факторов системы АПК края, и предлагать научно обоснованные рекомендации по корректировке управляющих факторов для получения необходимых значений целевых параметров. Анализ групп графиков позволяет выделить признаки, оказывающие аналогичное влияние на большую часть целевых факторов.

Необходимо отметить также, что небольшой объем исходных данных, имеющийся в нашем распоряжении – статистика по показателям развития АПК за 16 лет – не позволяет построить графики с большим количеством опорных точек. Тем не менее, поставленные на графике четыре – пять точек дают представление о возможном поведении исследуемого целевого фактора.

Для повышения степени адекватности построенных моделей, информативности выводов и значимости рекомендаций, необходимо повышать качество собираемой статистики как количественно, т.е. сбор данных по большему количеству параметров, так и качественно – не допускать

пробелов при сборе данных, избегать ошибочных значений, т.е. уменьшать фрагментарность и зашумленность данных.

### Литература

1. Луценко Е. В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности: 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с.
2. Луценко Е.В., Лойко В.И. Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 477 с.
3. Луценко Е.В. Расчет эластичности объектов информационной безопасности на основе системной теории информации // Безопасность информационных технологий. – М.: МИФИ, 2003. – №2. – С. 82–90.
4. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №11(3). – Режим доступа: <http://www.ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>
5. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка-Абельсона / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(5). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/04/p04.asp>.
6. 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.
7. 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.
8. Шеляг М.М. Классификация моделей и задач при исследовании влияния структуры себестоимости продукции на объемы ее производства в АПК методом СК-анализа. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №25(1). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/16.pdf>
9. Шеляг М.М. Определение периодов эргодичности и бифуркации макроэкономической ситуации в АПК Краснодарского края в период с 1991 по 2005 годы. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №26(2). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/02/pdf/10.pdf>
10. 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.