

УДК 303.732.4

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В  
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ ХОЛДИНГЕ**

Макаревич Олег Александрович  
к.э.н., доцент

*Майкопский государственный технологический  
университет, Республика Адыгея, Россия*

Луценко Евгений Вениаминович  
д. э. н., к. т. н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

В статье приводятся примеры постановки и решения задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной модели

Ключевые слова: АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ХОЛДИНГ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

**FORECASTING AND MANAGEMENT IN  
AGRO-INDUSTRIAL HOLDING WITH  
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLECT  
TECHNOLOGIES**

Makarevich Oleg Alexandrovich  
Cand. Econ. Sci., associate professor

*Adygea state technological university, Maikop, Ady-  
gea Republic, Russia*

Lutsenko Evgeny Veniaminovich  
Dr. Sci. Econ., Cand. Tech. Sci., Professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

This article gives examples of raising and solving the problems of forecasting and decision-making (management) support for agro-industrial holding on its two-level semantic information model basis

Keywords: SYSTEMIC COGNITIVE ANALYSIS, AGRO-INDUSTRIAL HOLDING, MANAGEMENT, FORECASTING, INFORMATION MODEL

Ранее нами сформулирована проблема управления агропромышленным холдингом, состоящая в том, что с одной стороны необходимо вырабатывать рекомендации по управлению холдингом, что возможно на основе его адаптивной модели, а, с другой стороны, построение его модели затруднительно из-за высокой сложности и динамичности внутренней логики объекта управления, его территориально распределенного и многоотраслевого характера, огромного количества экономических показателей, характеризующих его деятельность на различных уровнях его организации [3, 4, 5]. Там же сформулированы и обоснованы требования к методу решения этой проблемы, рассмотрены недостатки традиционного подхода и предложено ее общее решение путем применения системно-когнитивного анализа (СК-анализ), а также выполнен 1-й этап СК-анализа, т.е. проведена когнитивная структуризация [1, 2] объекта управления и предложена классификация частных моделей, входящих в его многоуровневую семантическую информационную модель (МСИМ). Проанализированы исход-

ные данные для построения двухуровневой семантической информационной модели управления агропромышленным холдингом, поставлена и решена задача их автоматизированного преобразования к виду, непосредственно воспринимаемому системой "Эйдос" с помощью одного из ее стандартных интерфейсов. Приведен алгоритм и исходный текст программы, обеспечивающей эти функции, а также результаты ее работы и автоматически сформированные на их основе системой "Эйдос" справочники классов и факторов, а также обучающая выборка для частных моделей, входящих в двухуровневую семантическую информационную модель управления агропромышленным холдингом. Приводятся данные по синтезу 3-х частных моделей, образующих систему моделей или двухуровневую модель агропромышленного холдинга, а также оценивается адекватность этих моделей, которая оказалась довольно высокой. Это позволяет сделать общий вывод о том, созданная семантическая информационная мультимодель исследуемого агропромышленного холдинга позволяет решать задачи прогнозирования его деятельности и поддержки принятия решений по управлению им. Кроме того исследование полученных моделей корректно считать исследованием самого холдинга.

*В данной статье ставится задача выполнить следующий, 4-й этап СК-анализа, т.е. описать принцип и привести примеры решения задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной мультимодели. Суть этого этапа состоит в том, что на основе сформированных на предыдущем этапе СК-анализа трех частных моделей, входящих в двухуровневую семантическую информационную модель агропромышленного холдинга, ставятся и решаются ряд задач, классификация которых приведена в работе [6].*

Ниже кратко рассмотрим примеры постановки и решения этих задач с использованием созданных моделей с применением универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос".

### **Модель-1: "Показатели – предприятия"**

**Задача прогнозирования:** *"По внутренним экономическим показателям предприятия спрогнозировать его внешние результирующие показатели".*

Данная задача решается в 4-й подсистеме системы "Эйдос", которая называется "Распознавание" и обеспечивает решение задач распознавания, идентификации и прогнозирования.

Необходимо отметить, что задачи "распознавания" и "идентификации" вообще ничем не отличаются, т.е. эти термины являются синонимами, а задачи "прогнозирования" отличаются от задачи идентификации только тем, что в случае идентификации признаки состояния системы относятся к тому же моменту времени, что и ее состояние, а в случае прогнозирования признаки, которые интерпретируются как значения (градации, интервальные оценки) действующих на систему факторов, относятся к прошлому (причем, вообще говоря, к различным периодам прошлого), а состояния к будущему по отношению к ним. Это означает, задача прогнозирования может рассматриваться как задача идентификации будущего состояния системы по ее признакам, относящимся к прошлому, а это означает, что *математически* эти задачи ничем не отличаются.

Математически задача прогнозирования в СК-анализе решается следующим образом [1, 2]. На этапе синтеза модели рассчитывается какое количество информации содержится в факте наблюдения некоторого признака о том, что нам предъявлено определенное состояние моделируемого объекта. Если известно, какой набор значений факторов (признаков) действует на объект управления, то для каждого состояния объекта можно посчитать, какое количество информации содержится во всей системе этих

признаков о переходе объекта управления в это состояние. После этого можно ранжировать (рассортировать) все состояния объекта управления в порядке убывания суммарного количества информации о переходе в эти состояния под действием данной системы значений факторов. Логично считать, что объект управления, скорее всего, перейдет в те состояния, о переходе в которые в системе действующих на него факторов содержится максимальное количество информации и скорее всего не перейдет в те, о переходе в которые в ней содержится минимум информации.

Решение задачи прогнозирования выполняется за три этапа: 1-й этап: ввод информации о значениях действующих на объект факторов в систему "Эйдос"; 2-й этап: пакетное распознавание (прогнозирование); 3-й этап: вывод и интерпретация результатов распознавания (прогнозирования). Рассмотрим как реализуются эти этапы.

Реализация 1-го этапа: выполняется в 1-м режиме 4-й подсистемы системы "Эйдос".

В этом режиме в систему вводится предварительно закодированная с использованием справочника описательных шкал и градаций 1-й модели информация о том, какими внутренними экономическими показателями характеризуется предприятие. На практике эту работу кодирования и ввода нет необходимости выполнять вручную, т.к. она автоматизирована созданным программным интерфейсом.

Реализация 2-го этапа: выполняется во 2-м режиме 4-й подсистемы системы "Эйдос".

Реализация 3-го этапа: выполняется во 3-м режиме 4-й подсистемы системы "Эйдос".

При этом получается форма, в верхней части которой показаны обобщенные категории (классы), соответствующие будущим состояниям предприятий холдинга, о переходе в которые в системе значений действующих факторов содержится максимальное количество информации, а в

нижней – минимальное. Символом " $\surd$ " в форме на рисунке отмечены те классы, к которым прогнозируемая ситуация действительно относится.

**Задача управления (поддержки принятия решений):** *"По заданным целевым результирующим внешним показателям предприятия определить такие его внутренние показатели, которые их обеспечат"*.

Задача управления является *обратной* по отношению к задаче прогнозирования, т.к. при прогнозировании по значениям факторов надо определить будущее состояние объекта управления, а при принятии решения о выборе управляющих факторов нужно *наоборот*, по заданному целевому состоянию объекта управления нужно определить какие значения факторов необходимы, чтобы объект управления перешел в это состояние.

Решение задачи управления возможно не во всех видах моделей. В семантической информационной модели СК-анализа это возможно, т.к. в ней формируются обобщенные образы категорий или классов, т.е. обеспечивается многопараметрическая типизация.

Решение задачи поддержки принятия решений о выборе значений управляющих факторов осуществляется в системе "Эйдос" с использованием режима \_511: "5. Типология – 1. Типологический анализ классов распознавания – 1. Информационные (ранговые) портреты". Выбрав заданный режим получаем экранную форму, в которой мы можем выбрать любой класс. Выберем например, класс с кодом 193: "015.КОНДИТЕРСКАЯ Ф-КА: Выручка от реализации-{11001.00, 19129.00}", и нажмем Enter. Тогда получим набор факторов, детерминирующий соответствующее классу 193 состояние объекта управления. В системе детерминации приведенной в полученной при этом таблице показаны все факторы, как отражающие само исследуемое предприятие, так и связанные с деятельностью других предприятий холдинга, т.е. отражающие *взаимосвязи* между исследуемым предприятием и другими предприятиями холдинга. В верхней части информационного портрета показаны значения факторов, обуславливающих

переход объекта управления в данное состояние (**красным**), а в нижней – препятствующие этому (**синим**).

Можно убрать (отфильтровать) факторы, соответствующие другим предприятиям и оставив только внутренние показатели данного предприятия. Для этого определим минимальный и максимальный коды градаций описательных шкал, характеризующих данное предприятие. Выполнив фильтрацию по этим кодам признаков, получим систему детерминации результирующих внешних показателей данного предприятия системой его внутренних экономических показателей. Эту же задачу (отображения системы детерминации состояния объекта управления) можно решить, выбрав режим \_65 "6. СК-анализ СИМ – 5. Графическое отображение нелокальных нейронов" и получив модель нелокального нейрона, соответствующего данному классу. В качестве *рецепторов* в данном нейроне выступают интервальные значения внутренних экономических показателей, характеризующих деятельность данного предприятия и наиболее сильно влияющих на его переход в состояние с кодом 193: при этом **красным** цветом показаны показатели, способствующие этому переходу, а **синим** – препятствующие ему.

Учитывая, что задачи прогнозирования и управления (поддержки принятия решений) во всех моделях ставятся и решаются *аналогично* и в 1-й модели мы рассмотрели их довольно *подробно*, и в статье мы ставим перед собой цель описать лишь сам *принцип* решения этих задач, считаем целесообразным по 2-й и 3-й моделям привести лишь основные формы с краткими комментариями.

### **Модель-2: "Предприятия – холдинг"**

**Задача прогнозирования:** *"По результирующим внешним показателям предприятия спрогнозировать результирующие показатели холдинга в целом".*

Данная задача решается в 4-й подсистеме системы "Эйдос", которая называется "Распознавание" и обеспечивает решение задач распознавания, идентификации и прогнозирования.

**Задача управления (поддержки принятия решений):** *"По заданным целевым результирующим показателям холдинга в целом определить такие результирующие внешние показатели входящих в него предприятий, которые их обеспечат".*

Решение задачи поддержки принятия решений о выборе значений управляющих факторов осуществляется в системе "Эйдос" с использованием режима \_65 "6. СК-анализ СИМ – 5. Графическое отображение нелокальных нейронов" путем получения модели нелокального нейрона, соответствующего данному классу. В качестве *рецепторов* в данном нейроне выступают интервальные значения внешних результирующих экономических показателей предприятий, входящих в холдинг, наиболее сильно влияющих на переход холдинга в целом в состояние с кодом 9: при этом **красным** цветом показаны показатели, способствующие этому переходу, а **синим** – препятствующие ему. Исчерпывающую информацию о системе детерминации состояний холдинга можно получить в системе "Эйдос" с использованием режима \_511: "5. Типология – 1. Типологический анализ классов распознавания – 1. Информационные (ранговые) портреты".

### **Модель-3: "Показатели – холдинг"**

**Задача прогнозирования:** *"По внутренним экономическим показателям предприятий, входящих в холдинг, спрогнозировать результирующие показатели холдинга в целом".*

Данная задача решается в 4-й подсистеме системы "Эйдос", которая называется "Распознавание" и обеспечивает решение задач распознавания, идентификации и прогнозирования.

**Задача управления (поддержки принятия решений):** *"По заданным целевым результирующим показателям холдинга в целом определить*

*такие внутренние экономические показатели входящих в него предприятий, которые их обеспечат".*

Решение задачи поддержки принятия решений о выборе значений управляющих факторов осуществляется в системе "Эйдос" с использованием режима \_65 "6. СК-анализ СИМ – 5. Графическое отображение нелокальных нейронов" путем получения модели нелокального нейрона, соответствующего данному классу. В качестве *рецепторов* в данном нейроне выступают интервальные значения внутренних экономических показателей предприятий, входящих в холдинг, наиболее сильно влияющих на переход холдинга в целом в состояние с кодом 9: при этом **красным** цветом показаны показатели, способствующие этому переходу, а **синим** – препятствующие ему. Более детальную информацию о системе детерминации состояний холдинга можно получить в системе "Эйдос" с использованием режима \_511: "5. Типология – 1. Типологический анализ классов распознавания – 1. Информационные (ранговые) портреты".

Таким образом, в статье приводятся *примеры* постановки и решения задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной модели. Необходимо отметить, что в реальной практике управления холдингом его руководство может интересоваться решением не всех этих задач, которых огромное количество, а лишь наиболее важными из них. Выполнение следующего 5-го этапа СК-анализа, из приведенных в работе [3]: "Системно-когнитивный анализ, т.е. исследование СИМ", планируется рассмотреть в последующих работах.

### **Литература**

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.



2. Луценко Е.В., Лойко В.И. Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 480 с.
3. Луценко Е.В. Системно-когнитивный подход к построению многоуровневой семантической информационной модели управления агропромышленным холдингом / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(41). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/11.pdf>
4. Луценко Е.В. Исследование характеристик исходных данных по агропромышленному холдингу и разработка программного интерфейса их объединения и стандартизации (формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(41). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/12.pdf>
5. Луценко Е.В. Синтез и верификация двухуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(42). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/01.pdf>
6. Луценко Е.В. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной модели / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(42). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/02.pdf>
7. Макаревич О.А. Управление агропромышленным холдингом с применением технологий искусственного интеллекта: Монография (научное издание). – М: "Финансы и статистика", 2009. – 215 с.