

УДК 004.8

UDC 004.8

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния

Veterinary and Zootechnics

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF CATTLE BREEDS

Луценко Евгений Вениаминович

д.э.н., к.т.н., профессор

Scopus Author ID: 57188763047

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich

Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor

Scopus Author ID: 57188763047

RSCI SPIN-code: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Печурина Елена Каримовна

РИНЦ SPIN-код: 1952-4286

geskov@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Pechurina Elena Karimovna

RSCI SPIN-code: 1952-4286

geskov@mail.ru

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

На сайте мясной академии <http://meatinfo.ru> по адресу: <http://meatinfo.ru/info/show?id=197> в размещена сравнительная таблица пород крупного рогатого скота по 8 показателя, из которых 2 текстовых и 6 числовых. У хозяйственников возникает естественный вопрос о том, какие из этих пород сходны по всей системе характеризующих их показателей, а какие различаются и в какой степени. Возникает также вопрос о том, какие показатели сходны и отличаются по смыслу и на сколько. Решению этих задач и посвящена данная статья. Результаты исследования могут быть использованы всеми желающими, благодаря тому, что Универсальная автоматизированная система «Эйдос», являющаяся инструментарием Автоматизированного системно-когнитивного анализа, находится в полном открытом бесплатном доступе на сайте автора по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а численный пример решения поставленных задач размещен как облачное Эйдос-приложение №131

Meat Academy website <http://meatinfo.ru> has a comparative table of breeds of cattle on 8 indicators, from which 2 are text and 6 are numerical <http://meatinfo.ru/info/show?id=197>. It is a natural question for business executives, which of these breeds are similar throughout the system of indicators characterizing them, and which ones differ and to what extent. There is also the question of which indicators are similar and different in meaning and by how much. This article is devoted to the solution of these problems. The results of the study can be used by anyone, due to the fact that Eidos the universal automated system, which is a tool of ask-analysis, is in full open free access on the author's website at: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, and numerical examples of solving the mentioned problems with the use of artificial intelligence technologies are placed as a cloud Eidos-application #131

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», КОГНИТИВНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, INTELLECTUAL SYSTEM "EIDOS", COGNITIVE SPACE

Doi: 10.21515/1990-4665-142-033

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1. КРАТКО ОБ АСК-АНАЛИЗЕ И СИСТЕМЕ «ЭЙДОС»	3
2. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	4
2.1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка EXCEL-ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	4
2.2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	8
2.3. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	13
2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ И ПРИДАНИЕ ЕЙ СТАТУСА ТЕКУЩЕЙ	14
3. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ СОЗДАННОЙ МОДЕЛИ	15
3.1. Идентификация, диагностика, классификация и прогнозирование.....	15
3.2. Когнитивные SWOT-диаграммы классов.....	15
3.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ	17
3.3.1. Когнитивные диаграммы классов.....	17
3.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов.....	18
3.3.3. Когнитивные диаграммы признаков.....	19
3.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация признаков.....	20
3.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети.....	21
4. НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	22
ЛИТЕРАТУРА.....	25

Введение

На сайте мясной академии <http://meatinfo.ru> [1] по адресу: <http://meatinfo.ru/info/show?id=197> [2] в размещена сравнительная таблица пород крупного рогатого скота (КРС).

У хозяйственников возникает естественный вопрос о том, какие из этих пород сходны по всей системе характеризующих их показателей, а какие различаются и в какой именно степени.

Возникает также вопрос о том, какие показатели сходны и отличаются по смыслу и на сколько. Решению этих задач и посвящена данная статья.

Для аргументированного ответа на эти вопросы предлагается использовать интеллектуальную систему «Эйдос», представляющую собой

программный инструментарий Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа) [3-9]¹.

1. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»

Об АСК-анализе и системе «Эйдос» есть много информации, представленной в 35 монографиях, 525 статьях, 30 свидетельствах РосПатента и других источниках, доступ к которым можно получить на сайте автора [10]. Обзор АСК-анализа и системы «Эйдос» дан в работе [4]. Математическая модель и основные теоретические понятия АСК-анализа кратко раскрыты в работе [10].

Поэтому в данной работе мы считаем целесообразным привести в упрощенной форме только этапы АСК-анализа, т.к. они, по сути, представляют собой этапы решения поставленных в работе вопросов [10]:

1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка Excel-файла исходных данных.

2. Формализация предметной области, т.е. автоматизированный ввод в систему Эйдос-Х++ исходных данных из Excel-файла с помощью стандартного программного интерфейса системы (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающее выборки).

3. Синтез и верификация 3-х статистических и 7 системно-когнитивных моделей.

4. Определение наиболее достоверной модели и придание ей статуса текущей.

5. Решение задач идентификации, диагностики, классификации и прогнозирования.

6. Решение задач поддержки принятия решений.

7. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

¹ См. также: http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

Ниже рассмотрим применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для ответа на поставленные вопросы.

2. Синтез и верификация системно-когнитивной модели предметной области

2.1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка Excel-файла исходных данных

На этапе когнитивной структуризации предметной области мы решаем, что будем исследовать и на основе чего. В данном случае *мы хотели бы поставить идентифицировать породу КРС по ее признакам.*

В качестве источника исходных данных используем данные о породах КРС мясной академии <http://meatinfo.ru> [1] по адресу: <http://meatinfo.ru/info/show?id=197> (таблица 1):

Таблица 1 – Исходная сравнительная таблица по породам КРС

Порода	Напр-е продукт-ти	Масть	Вес быков, кг	Вес коров, кг	Прирост в сутки, г	Убойный выход, %	Молочная прод-ть, кг	Сод-е жира в молоке, %
<u>Абердин-ангусская</u>	мясное	черная	750-950	500-550		62-65	1500-1700	
<u>Айширская</u>	молочное	красно-пестрая	700-800	420-500		50-55	4000-5000	4-4,3
<u>Аквитанская</u>	мясное	светлая	1100-1300	850-950	2000	65-70		
<u>Алатауская</u>	мясо-молочное	бурая	850-1000	500-600	800-900	53-60	4000-4500	3,8-4,06
<u>Аулиекольская</u>	мясное	светло-серая	950-1050	540-560	1095	60-63		
<u>Бельгийская голубая</u>	мясное	белая	1100-1250	850-900		70-80		
<u>Бестужевская</u>	мясо-молочное	красная	790-950	480-560	700-850	58-60	2900-3500	3,7-3,9
<u>Бурая латвийская</u>	молочное	красная	800-850	500-550		50	3500-4000	3,9-4
<u>Бурая швицкая</u>	мясо-молочное	бурая	850-950	500-550	800-1000	50-60	3000-3500	3,6-3,8
<u>Бурая швицкая</u>	мясо-молочное	бурая	850-950	500-550		50-60	3000-3500	3,6-3,8
<u>Галловейская</u>	мясное	черная, серая	800-850	450-500	800-1100	58-62	1300-1500	3,8-4
<u>Галловейская</u>	мясное	черная	800-850	450-500	800-1100	58-62	1500	4
<u>Герефордская</u>	мясное	красная	800-900	500-540	1000-1200	60-70	1000-1200	3,9-4
<u>Девонская</u>	мясное	буро-красная	800	500-600		65-68	1500-2000	4-4,5
<u>Джерсейская</u>	молочное	рыжая, светло-бурая	600-750	360-400			3500	5,2-5,8

<u>Джерсейская</u>	молочное	рыжая	600-700	360-400			3000-4500	0,5
<u>Истобенская</u>	молочное	черно-пестрая	750-900	430-480	700-800	52-56	3000-3700	3,8-4,10
<u>Казахская</u>	мясное		600	350-370		54-60	1000-1400	4,5
<u>Казахская белоголовая</u>	мясное	красная	850-950	500-560	900-1000	53-65	1000-1500	3,8-4,5
<u>Калмыцкая</u>	мясное	красная	800-870	470-540	800-1000	55-60	1000-1200	4-4,5
<u>Кианская</u>	мясное	белая	1200-1300	700-750	1000-1400	60-65		
<u>Костромская</u>	мясо-молочное	бурая, светло-бурая	800-900	550-650		65-67	3500-5000	3,8-3,9
<u>Красная горбатовская</u>	мясо-молочное	красная	600-750	420-480	900-1000	55-62	2800-3300	4-4,2
<u>Красная степная</u>	молочное	красная	800-900	450-550		52-55	3500-4000	3,7-3,9
<u>Курганская</u>	мясо-молочное	красно-пестрая	800-900	450-550		55-65	3000-3200	3,9-4
<u>Лебединская</u>	мясо-молочное	серо-бурая	850-1000	500-550	900-1000	60-62	5000-6000	3,8-3,9
<u>Лимузинская</u>	мясное	красная, красно-бурая	1000-1100	580-600	800-1000	68-70	1200-1800	4,8-5
<u>Маркиджанская</u>	мясное	светло-серая	1000	600		61-63		
<u>Обрак</u>	мясное	темно-палевая	950	600	1200-1300	63		
<u>Романьольская</u>	мясное	серая	1000-1200	650	1255	58-65		
<u>Русская комолая</u>	мясное	черная	1200-1250	800	1200-1250	80		
<u>Салерс</u>	мясное	темно-красная	1000-1300	650-900	900-1100	60-62	1800-2000	
<u>Санта-гертруда</u>	мясное	красная	830-1000	560-600	1000-1200	63-65	5000-8000	4,6-6
<u>Серая украинская</u>	мясо-молочное	серая	800-850	450-500		62-65	2100-2800	4,2-4,5
<u>Сибирская</u>	мясо-молочное		450-500	280-360		45	1600-2000	
<u>Симментальская</u>	мясо-молочное	палевая, красно-пестрая	900-1200	550-650		55-60	3000-3500	3,7-4
<u>Суксунская</u>	молочное	красная	750-950	460-500			3000-3700	3,8-4
<u>Сычевская</u>	мясо-молочное	палево-пегая	800-1000	500-600		62	3500-4500	3,8-3,9
<u>Тагильская</u>	молочное	черно-пестрая, черная	750-900	460-500	750-850	52-55	3000-3500	4-4,1
<u>Холмогорская</u>	молочное	черно-пестрая	900-1000	500-600		50-55	3500-4000	3,6-3,7
<u>Черно-пестрая</u>	молочное	черно-пестрая	900-1100	500-550	800-1000	50-55	6000-8000	3,6-3,7
<u>Шаролежская</u>	мясное	белая, желтая	1000-1200	700-800	900-1400	65-66		4
<u>Швицкая</u>	мясо-молочное	светло-серая, темно-бурая	800-950	550-600		58-60	3500-4000	3,7-3,8
<u>Шортгорнская</u>	мясное	красная	900-1000	500-600	1000-1200	63-67	3500-4000	3,7-3,9
<u>Якутская</u>	мясо-молочное		540-600	370		51,8	1500	4,5-4,7
<u>Ярославская</u>	молочное	черная	700-800	460-500	800-900	52-56	3200-3500	4-4,5

Источник: <http://meatinfo.ru/info/show?id=197>

Как видно из таблицы 1 данные по породам КРС представлены по 8 показателям, из которых 2 текстовых и 6 числовых, причем числовые показатели даны в форме числовых диапазонов (интервалов), которые не являются числами. Кроме того в числовых колонках есть ячейки вообще без данных, значениями которых являются пробелы. В таком виде эти данные не могут быть непосредственно использованы, поэтому возникает задача для их преобразования в такую форму, которая воспринимается одним из программных интерфейсов (API) системы «Эйдос» с внешними источниками данных.

Для этого мы выполнили в таблице 1 следующие преобразования:

- числовые диапазоны заменили на средние по диапазону;
- пустые ячейки в числовых колонках заменили на 0, которые в системе «Эйдос» могут интерпретироваться как отсутствие данных в числовых колонках;
- продублировали колонку «Порода», т.к. 1-я колонка в системе «Эйдос» содержит информацию об источнике данных, а последующие являются классификационными и описательными шкалами. Классификационная шкала выделена желтым фоном.

В результате мы получили таблицу 2, стандартную по своей форме для системы «Эйдос»:

Таблица 2 – Сравнительная таблица по породам КРС в стандарте системы «Эйдос»

Порода	Порода	Напр-е продукт-ти	Масть	Вес быков, кг	Вес коров, кг	Прирост в сутки, г	Убойный выход, %	Молочная прод-ть, кг	Сод-е жира в молоке, %
Абердин-ангусская	Абердин-ангусская	мясное	черная	850,0	525,0	0,0	63,5	1600,0	0,0
Айширская	Айширская	молочное	красно-пестрая	750,0	460,0	0,0	52,5	4500,0	4,0
Аквитанская	Аквитанская	мясное	светлая	1200,0	900,0	2000,0	67,5	0,0	0,0
Алатауская	Алатауская	мясо-молочное	бурая	925,0	550,0	850,0	56,5	4250,0	3,5
Аулиекольская	Аулиекольская	мясное	светло-серая	1000,0	550,0	1095,0	61,5	0,0	0,0
Бельгийская	Бельгийская	мясное	белая	1175,0	875,0	0,0	75,0	0,0	0,0

голубая	голубая								
Бестужевская	Бестужевская	мясо-молочное	красная	870,0	520,0	775,0	59,0	3200,0	3,0
Буря латвийская	Буря латвийская	молочное	красная	825,0	525,0	0,0	50,0	3750,0	3,5
Буря швицкая	Буря швицкая	мясо-молочное	бурая	900,0	525,0	900,0	55,0	3250,0	3,0
Галловейская	Галловейская черная, серая	мясное	черная, серая	825,0	475,0	950,0	60,0	1400,0	3,5
Галловейская	Галловейская черная	мясное	черная	825,0	475,0	950,0	60,0	1500,0	4,0
Герефордская	Герефордская	мясное	красная	850,0	520,0	1100,0	65,0	1100,0	3,5
Девонская	Девонская	мясное	буро-красная	800,0	550,0	0,0	66,5	1750,0	4,0
Джерсейская	Джерсейская рыжая, светло-бурая	молочное	рыжая, светло-бурая	675,0	380,0	0,0	0,0	3500,0	5,0
Джерсейская	Джерсейская рыжая	молочное	рыжая	650,0	380,0	0,0	0,0	3750,0	5,0
Истобенская	Истобенская	молочное	черно-пестрая	825,0	455,0	750,0	54,0	3350,0	3,5
Казахская	Казахская	мясное		600,0	360,0	0,0	57,0	1200,0	4,0
Казахская бело-головая	Казахская бело-головая	мясное	красная	900,0	530,0	950,0	59,0	1250,0	3,5
Калмыцкая	Калмыцкая	мясное	красная	835,0	505,0	900,0	57,5	1100,0	4,0
Кианская	Кианская	мясное	белая	1250,0	725,0	1200,0	62,5	0,0	0,0
Костромская	Костромская	мясо-молочное	бурая, светло-бурая	850,0	600,0	0,0	66,0	4250,0	3,0
Красная горбатовская	Красная горбатовская	мясо-молочное	красная	675,0	450,0	950,0	58,5	3050,0	4,0
Красная степная	Красная степная	молочное	красная	850,0	500,0	0,0	53,5	3750,0	3,0
Курганская	Курганская	мясо-молочное	красно-пестрая	850,0	500,0	0,0	60,0	3100,0	3,5
Лебединская	Лебединская	мясо-молочное	серо-бурая	925,0	525,0	950,0	61,0	5500,0	3,0
Лимузинская	Лимузинская	мясное	красная, красно-бурая	1050,0	590,0	900,0	69,0	1500,0	4,5
Маркиджанская	Маркиджанская	мясное	светло-серая	1000,0	600,0	0,0	62,0	0,0	0,0
Обрак	Обрак	мясное	темно-палевая	950,0	600,0	1250,0	63,0	0,0	0,0
Романьольская	Романьольская	мясное	серая	1100,0	650,0	1255,0	61,5	0,0	0,0
Русская комолая	Русская комолая	мясное	черная	1225,0	800,0	1225,0	80,0	0,0	0,0
Салерс	Салерс	мясное	темно-красная	1150,0	775,0	1000,0	61,0	1900,0	0,0
Санта-гертруда	Санта-гертруда	мясное	красная	915,0	580,0	1100,0	64,0	6500,0	5,0
Серая украинская	Серая украинская	мясо-молочное	серая	825,0	475,0	0,0	63,5	2450,0	4,0
Сибирская	Сибирская	мясо-молочное		475,0	320,0	0,0	45,0	1800,0	0,0
Симментальская	Симментальская	мясо-молочное	палевая, красно-пестрая	1050,0	600,0	0,0	57,5	3250,0	3,5
Суксунская	Суксунская	молочное	красная	850,0	480,0	0,0	0,0	3350,0	3,5
Сычевская	Сычевская	мясо-молочное	палево-пегая	900,0	550,0	0,0	62,0	4000,0	3,0
Тагильская	Тагильская	молочное	черно-пестрая, черная	825,0	480,0	800,0	53,5	3250,0	4,0
Холмогорская	Холмогорская	молочное	черно-пестрая	950,0	550,0	0,0	52,5	3750,0	3,0
Черно-пестрая	Черно-пестрая	молочное	черно-пестрая	1000,0	525,0	900,0	52,5	7000,0	3,0
Шаролеизская	Шаролеизская	мясное	белая, желтая	1100,0	750,0	1150,0	65,5	0,0	4,0
Швицкая	Швицкая	мясо-молочное	светло-серая, темно-бурая	875,0	575,0	0,0	59,0	3750,0	3,0
Шортгорнская	Шортгорнская	мясное	красная	950,0	550,0	1100,0	65,0	3750,0	3,0
Якутская	Якутская	мясо-молочное		570,0	370,0	0,0	51,0	1500,0	4,0
Ярославская	Ярославская	молочное	черная	750,0	480,0	850,0	54,0	3350,0	4,0

Таким образом, на этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы решили, что в качестве классификационной шкалы мы будем использовать колонку «Породы», а в качестве описательных шкал колонки:

- Направление продуктивности;
- Масть;
- Вес быков, кг;
- Вес коров, кг;
- Прирост в сутки, г;
- Убойный выход, %;
- Молочная продуктивность, кг;
- Содержание жира в молоке, %.

Специально отметим, что мы *полностью* приводим исходные данные в таблице 2, чтобы желающие могли проверить полученные в ней результаты и использовать их в научных и учебных целях. Для этих же целей создано облачное «Эйдос» приложение №131, которое любой пользователь системы может установить и исследовать в диспетчере приложений (режим 1.3).

После получения таблицы 2 все готово для перехода к следующему этапу АСК-анализа, на котором выполняется формализация предметной области.

2.2. Формализация предметной области

На этапе формализации предметной области разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации и с их помощью кодируются исходные данные (таблица 2), в результате чего получается обучающая выборка, по сути, представляющая собой нормализованную базу исходных данных. В системе «Эйдос» процесс формализации предметной области полностью автоматизирован и реализуется в режиме 2.3.2.2 (рисунок 1):

2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "Эйдос-Х++"

Автоматическая формализация предметной области: генерация классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки на основе базы исходных данных: "Inp_data"

— Задайте тип файла исходных данных: "Inp_data":

- ☒ XLS - MS Excel-2003 (Стандарт XLS-файла)
- ☐ XLSX - MS Excel-2007(2010) (Стандарт XLSX-файла)
- ☐ DBF - DBASE IV (DBF/NTX) (Стандарт DBF-файла)
- ☐ CSV - Comma-Separated Values (Стандарт CSV-файла)

— Задайте параметры:

- ☒ Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных
- ☐ Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных
- ☐ Создавать БД средних по классам "Inp_davg.dbf"?
- Требования к файлу исходных данных

— Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал: 2
Конечный столбец классификационных шкал: 2

— Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал: 3
Конечный столбец описательных шкал: 10

— Задайте режим:

- ☒ Формализации предметной области (на основе "Inp_data")
- ☐ Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp_rasp")

— Задайте способ выбора размера интервалов:

- ☒ Равные интервалы с разным числом наблюдений
- ☐ Разные интервалы с равным числом наблюдений

— Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp_data":

- ☒ Не применять сценарный метод АСК-анализа
- ☐ Применить сценарный метод АСК-анализа
- ☐ Применить спец. интерпретацию текстовых полей классов
- ☐ Применить спец. интерпретацию текстовых полей признаков

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp_data":

— Интерпретация TXT-полей классов:

Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

— Интерпретация TXT-полей признаков:

Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

— Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

- ☒ Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")
- ☐ Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")
- ☐ И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

Ok Cancel

Рисунок 1. Экранная форма режима 2.3.2.2 системы «Эйдос»

В экранной форме на рисунке 1 приведены реально использованные в данном режиме параметры. После нажатия «ОК» через некоторое время появляется окно внутреннего калькулятора (рисунок 2):

2.3.2.2. Задание размерности модели системы "Эйдос-Х++"

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [45 x 51]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс. шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис. шкалу
Числовые	0	0	0,00	6	24	4,00
Текстовые	1	45	45,00	2	27	13,50
ВСЕГО:	1	45	45,00	8	51	6,37

— Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В описательных шкалах: 4

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

Рисунок 2. Экранная форма внутреннего калькулятора режима 2.3.2.2.

В этой экранной форме мы видим, сколько текстовых и числовых классификационных и описательных шкал система обнаружила при заданных параметрах и сколько в них обнаружено градаций. Если обнаружены шкалы числового типа, то появляется возможность задать количество интервальных числовых значений в этих шкалах. Это делается отдельно для классификационных и описательных шкал, таким образом, число интервальных числовых значений в классификационных и описательных шкалах может отличаться. Если это число изменяется, то необходимо кликнуть по левой кнопке, а затем уже выходить на создание модели.

В результате выполнения данного режима формируются классификационные и описательные шкалы и градации и обучающая выборка (таблицы 3, 4 и 5):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации

KOD_CLS	NAME_CLS
1	ПОРОДА-Абердин-ангусская
2	ПОРОДА-Айширская
3	ПОРОДА-Аквитанская
4	ПОРОДА-Алатауская
5	ПОРОДА-Аулиекольская
6	ПОРОДА-Бельгийская голубая
7	ПОРОДА-Бестужевская
8	ПОРОДА-Бурая латвийская
9	ПОРОДА-Бурая швейцарская
10	ПОРОДА-Галловейская черная
11	ПОРОДА-Галловейская черная, серая
12	ПОРОДА-Герефордская
13	ПОРОДА-Девонская
14	ПОРОДА-Джерсейская рыжая
15	ПОРОДА-Джерсейская рыжая, светло-бурая
16	ПОРОДА-Истобенская
17	ПОРОДА-Казахская
18	ПОРОДА-Казахская белоголовая
19	ПОРОДА-Калмыцкая
20	ПОРОДА-Кианская
21	ПОРОДА-Костромская
22	ПОРОДА-Красная горбатовская
23	ПОРОДА-Красная степная
24	ПОРОДА-Курганская
25	ПОРОДА-Лебединская
26	ПОРОДА-Лимузинская
27	ПОРОДА-Маркиджанская
28	ПОРОДА-Обрак
29	ПОРОДА-Романьольская
30	ПОРОДА-Русская комолая
31	ПОРОДА-Салерс
32	ПОРОДА-Санта-гертруда
33	ПОРОДА-Серая украинская
34	ПОРОДА-Сибирская
35	ПОРОДА-Симментальская

36	ПОРОДА-Суксунская
37	ПОРОДА-Сычевская
38	ПОРОДА-Тагильская
39	ПОРОДА-Холмогорская
40	ПОРОДА-Черно-пестрая
41	ПОРОДА-Шаролеизская
42	ПОРОДА-Швицкая
43	ПОРОДА-Шортгорнская
44	ПОРОДА-Якутская
45	ПОРОДА-Ярославская

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации

KOD ATR	NAME ATR
1	НАПР-Е ПРОДУКТ-ТИ-молочное
2	НАПР-Е ПРОДУКТ-ТИ-мясное
3	НАПР-Е ПРОДУКТ-ТИ-мясо-молочное
4	МАСЬ-белая
5	МАСЬ-белая, желтая
6	МАСЬ-бурая
7	МАСЬ-бурая, светло-бурая
8	МАСЬ-буро-красная
9	МАСЬ-красная
10	МАСЬ-красная, красно-бурая
11	МАСЬ-красно-пестрая
12	МАСЬ-палевая, красно-пестрая
13	МАСЬ-палево-пегая
14	МАСЬ-рыжая
15	МАСЬ-рыжая, светло-бурая
16	МАСЬ-светлая
17	МАСЬ-светло-серая
18	МАСЬ-светло-серая, темно-бура
19	МАСЬ-серая
20	МАСЬ-серо-бурая
21	МАСЬ-темно-красная
22	МАСЬ-темно-палевая
23	МАСЬ-черная
24	МАСЬ-черная, серая
25	МАСЬ-черно-пестрая
26	МАСЬ-черно-пестрая, черная
27	ВЕС БЫКОВ, КГ-1/4-{475.0000000, 668.7500000}
28	ВЕС БЫКОВ, КГ-2/4-{668.7500000, 862.5000000}
29	ВЕС БЫКОВ, КГ-3/4-{862.5000000, 1056.2500000}
30	ВЕС БЫКОВ, КГ-4/4-{1056.2500000, 1250.0000000}
31	ВЕС КОРОВ, КГ-1/4-{320.0000000, 465.0000000}
32	ВЕС КОРОВ, КГ-2/4-{465.0000000, 610.0000000}
33	ВЕС КОРОВ, КГ-3/4-{610.0000000, 755.0000000}
34	ВЕС КОРОВ, КГ-4/4-{755.0000000, 900.0000000}
35	ПРИРОСТ В СУТКИ, Г-1/4-{750.0000000, 1062.5000000}
36	ПРИРОСТ В СУТКИ, Г-2/4-{1062.5000000, 1375.0000000}
37	ПРИРОСТ В СУТКИ, Г-3/4-{1375.0000000, 1687.5000000}
38	ПРИРОСТ В СУТКИ, Г-4/4-{1687.5000000, 2000.0000000}
39	УБОЙНЫЙ ВЫХОД, %-1/4-{45.0000000, 53.7500000}
40	УБОЙНЫЙ ВЫХОД, %-2/4-{53.7500000, 62.5000000}
41	УБОЙНЫЙ ВЫХОД, %-3/4-{62.5000000, 71.2500000}
42	УБОЙНЫЙ ВЫХОД, %-4/4-{71.2500000, 80.0000000}
43	МОЛОЧНАЯ ПРОД-ТЬ, КГ-1/4-{1100.0000000, 2575.0000000}
44	МОЛОЧНАЯ ПРОД-ТЬ, КГ-2/4-{2575.0000000, 4050.0000000}
45	МОЛОЧНАЯ ПРОД-ТЬ, КГ-3/4-{4050.0000000, 5525.0000000}
46	МОЛОЧНАЯ ПРОД-ТЬ, КГ-4/4-{5525.0000000, 7000.0000000}
47	СОД-Е ЖИРА В МОЛОКЕ, %-1/4-{3.0000000, 3.5000000}
48	СОД-Е ЖИРА В МОЛОКЕ, %-2/4-{3.5000000, 4.0000000}
49	СОД-Е ЖИРА В МОЛОКЕ, %-3/4-{4.0000000, 4.5000000}
50	СОД-Е ЖИРА В МОЛОКЕ, %-4/4-{4.5000000, 5.0000000}

Таблица 5 – Обучающая выборка

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Абердин-ангусская	1	2	23	28	32		41	43	
Айширская	2	1	11	28	31		39	45	48
Аквитанская	3	2	16	30	34	38	41		
Алатауская	4	3	6	29	32	35	40	45	47
Аулиекольская	5	2	17	29	32	36	40		
Бельгийская голубая	6	2	4	30	34		42		
Бестужевская	7	3	9	29	32	35	40	44	47
Бурая латвийская	8	1	9	28	32		39	44	47
Бурая швицкая	9	3	6	29	32	35	40	44	47
Галловейская	11	2	24	28	32	35	40	43	47
Галловейская	10	2	23	28	32	35	40	43	48
Герефордская	12	2	9	28	32	36	41	43	47
Девонская	13	2	8	28	32		41	43	48
Джерсейская	15	1	15	28	31			44	50
Джерсейская	14	1	14	27	31			44	50
Истобенская	16	1	25	28	31	35	40	44	47
Казахская	17	2		27	31		40	43	48
Казахская белоголовая	18	2	9	29	32	35	40	43	47
Калмыцкая	19	2	9	28	32	35	40	43	48
Кианская	20	2	4	30	33	36	40		
Костромская	21	3	7	28	32		41	45	47
Красная горбатовская	22	3	9	28	31	35	40	44	48
Красная степная	23	1	9	28	32		39	44	47
Курганская	24	3	11	28	32		40	44	47
Лебединская	25	3	20	29	32	35	40	45	47
Лимузинская	26	2	10	29	32	35	41	43	49
Маркиджанская	27	2	17	29	32		40		
Обрак	28	2	22	29	32	36	41		
Романьольская	29	2	19	30	33	36	40		
Русская комолая	30	2	23	30	34	36	42		
Салерс	31	2	21	30	34	35	40	43	
Санта-гертруда	32	2	9	29	32	36	41	46	50
Серая украинская	33	3	19	28	32		41	43	48
Сибирская	34	3		27	31		39	43	
Симментальская	35	3	12	29	32		40	44	47
Суксунская	36	1	9	28	32			44	47
Сычевская	37	3	13	29	32		40	44	47
Тагильская	38	1	26	28	32	35	39	44	48
Холмогорская	39	1	25	29	32		39	44	47
Черно-пестрая	40	1	25	29	32	35	39	46	47
Шаролезская	41	2	5	30	33	36	41		48
Швицкая	42	3	18	29	32		40	44	47
Шортгорнская	43	2	9	29	32	36	41	44	47
Якутская	44	3		27	31		39	43	48
Ярославская	45	1	23	28	32	35	40	44	48

Обучающая выборка по сути представляет собой нормализованную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций базу исходных данных. Это делает исходные данные готовыми для обработки в программной системе и выполнения следующего этапа АСК-анализа: синтеза и верификации модели.

2.3. Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Синтез и верификация моделей осуществляется в режиме 3.5 (рисунок 3):

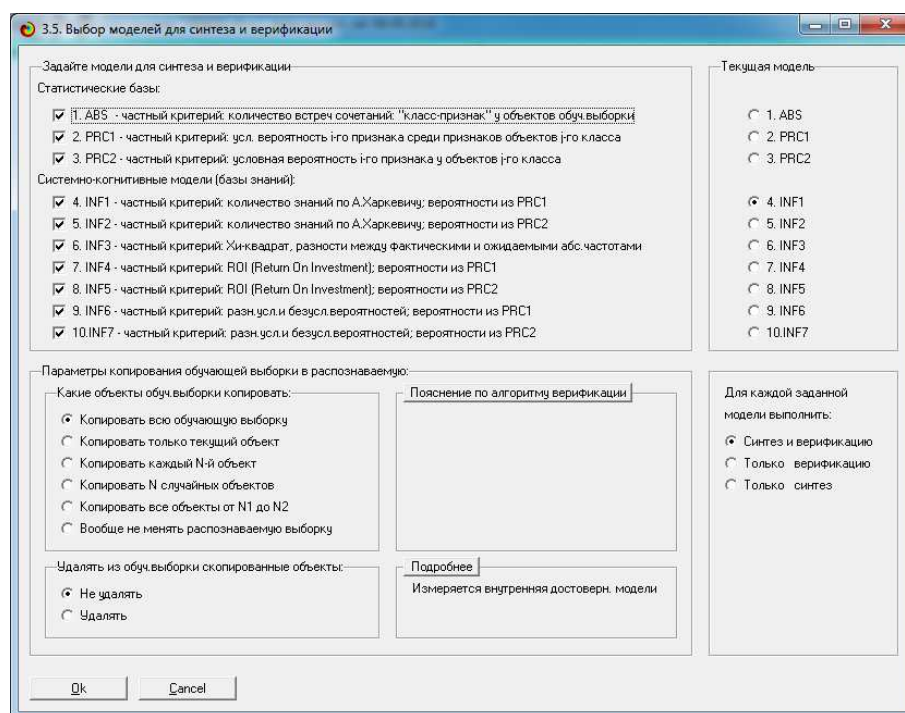


Рисунок 3. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей

Ниже на рисунке 4 приведен фрагмент созданной системно-когнитивной модели (СК-моделей): INF3:

Код признака	Наименование описательной шкалы и градаций	1. ПОРОДА ЛЕБЕРДИН-АНГЛОСКОЯ	2. ПОРОДА АЙРШИРСКАЯ	3. ПОРОДА АУТИТАНСКАЯ	4. ПОРОДА АПАТАНСКАЯ	5. ПОРОДА АНГЛИКОЛЬ	6. ПОРОДА БЕЛЬГИЙСКАЯ ГОЛУБАЯ	7. ПОРОДА ВЕСТШЕДСКАЯ	8. ПОРОДА БУРАЯ ЛАТВИЙСКАЯ	9. ПОРОДА БУРАЯ ШВИЦКАЯ	10. ПОРОДА ГАЛЛОВЕДСКАЯ ЧЕРНАЯ	11. ПОРОДА ГАЛЛОВЕДСКАЯ ЧЕРНАЯ, СЕРАЯ
1	НАПРЯГ. ПРОДУКТИВНО-КОЛОРИТ	-0.210	0.755	-0.210	-0.280	-0.210	-0.175	-0.280	0.755	-0.280	-0.280	-0.280
2	НАПРЯГ. ПРОДУКТИВНО-КОЛОРИТ	0.599	-0.468	0.599	-0.535	0.599	0.666	-0.535	-0.468	-0.535	0.465	0.465
3	НАПРЯГ. ПРОДУКТИВНО-КОЛОРИТ	-0.245	-0.290	-0.245	0.669	-0.245	-0.207	0.669	-0.290	0.669	-0.331	-0.331
4	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.038	-0.045	-0.038	-0.051	-0.038	0.968	-0.051	-0.045	-0.051	-0.051	-0.051
5	МАСЬ-БЕЛАЯ, ЖЕЛТАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
6	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.038	-0.045	-0.038	0.949	-0.038	-0.032	-0.051	-0.045	0.949	-0.051	-0.051
7	МАСЬ-БЕЛАЯ, СЕЛЕН-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
8	МАСЬ-БЕЛАЯ-КРАСНАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
9	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.191	-0.225	-0.191	-0.255	-0.191	-0.159	-0.255	-0.225	-0.255	-0.255	-0.255
10	МАСЬ-БЕЛАЯ, КРАСНО-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
11	МАСЬ-БЕЛАЯ, КРАСНО-БЕЛАЯ	-0.038	0.955	-0.038	-0.051	-0.038	-0.032	-0.051	-0.045	-0.051	-0.051	-0.051
12	МАСЬ-БЕЛАЯ, КРАСНО-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
13	МАСЬ-БЕЛАЯ, КРАСНО-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
14	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
15	МАСЬ-БЕЛАЯ, СЕЛЕН-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
16	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	0.981	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
17	МАСЬ-БЕЛАЯ, СЕЛЕН-БЕЛАЯ	-0.038	-0.045	-0.038	-0.051	0.962	-0.032	-0.051	-0.045	-0.051	-0.051	-0.051
18	МАСЬ-БЕЛАЯ, СЕЛЕН-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
19	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.038	-0.045	-0.038	-0.051	-0.038	-0.032	-0.051	-0.045	-0.051	-0.051	-0.051
20	МАСЬ-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025
21	МАСЬ-БЕЛАЯ, СЕЛЕН-БЕЛАЯ	-0.019	-0.022	-0.019	-0.025	-0.019	-0.016	-0.025	-0.022	-0.025	-0.025	-0.025

Рисунок 4. Фрагмент СК-модели: INF3

Описание всех статистических и СК-моделей, создаваемых системой «Эйдос», приведено в работе [10].

2.4. Определение наиболее достоверной модели и придание ей статуса текущей

В режиме 4.1.3.6 мы видим, что наиболее достоверной по критерию L2 является модель INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний» (рисунки 5):

Наименование модели и критерия	Интегральный критерий	Число объектов в базе знаний	Среднее значение по критерию	L2-критерий	L1-критерий	L3-критерий	Среднее значение по критерию	Среднее значение по критерию	Среднее значение по критерию	Среднее значение по критерию	L2-критерий	L1-критерий	L3-критерий
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс-признак" и объектов обуч. выборки	Среднее абс. частот по признаку	108,408	0,099	1,000	0,185	1,000	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов i-го класса	Среднее усл. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака у объектов i-го класса	Среднее усл. частот по признаку	80,406	0,072	1,000	0,134	1,000	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2	Среднее абс. частот по признаку	14,750	0,071	1,000	0,130	0,872	0,241	0,129	0,793	1,000	0,824	0,824	0,824

Рисунок 5. Экранная форма результатов верификации СК-моделей

Из рисунка 5 видно, что достоверность СК-модели INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний» по метрике L2=0.948 (при максимуме 1), что является высоким показателем. Исследование моделируемой предметной области путем исследования этой ее модели корректно можно считать исследованием самой моделируемой предметной области.

Присвоим СК-модели INF4 статус текущей модели (рисунок 6):

5.6. Выбрать модель и сделать ее текущей

Задайте текущую стат. модель или модель знаний

Статистические базы:

- ☐ 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс-признак" и объектов обуч. выборки
- ☐ 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов i-го класса
- ☐ 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов i-го класса

Базы знаний:

- ☐ 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
- ☐ 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2
- ☐ 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами
- ☒ 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
- ☐ 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2
- ☐ 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1
- ☐ 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2

Как задавать параметры синтеза моделей

В качестве текущей можно задать любую из ранее рассчитанных в режимах 3.1, 3.2, 3.3 или 3.4 стат. моделей и моделей знаний, но до исследования достоверности моделей в режиме 3.5 рекомендуется выбрать в качестве текущей базу знаний INF1. Смысл моделей знаний, применяемых в системе "Эйдос-Х++" раскрыт в публикациях, размещенных по адресам: <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>, <http://www.twirpx.com/file/793311/>

Ok Cancel

Рисунок 6. Экранная форма режима 5.6 придания СК-модели статуса текущей

3. Решение задач на основе созданной модели

С помощью наиболее достоверной из созданных СК-моделей могут быть решены задачи идентификации, принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее модели.

3.1. Идентификация, диагностика, классификация и прогнозирование

Для решения задачи идентификации используется режим 4.1.2, работающий с текущей моделью.

Но в данной работе в качестве тестовой выборки мы используем обучающую выборку, распознавание которой во всех статистических и системно-когнитивных моделях было проведено сразу после их синтеза.

Результаты распознавания отображаются в 12 формах, из которых мы приведем лишь одну (рисунок 7):

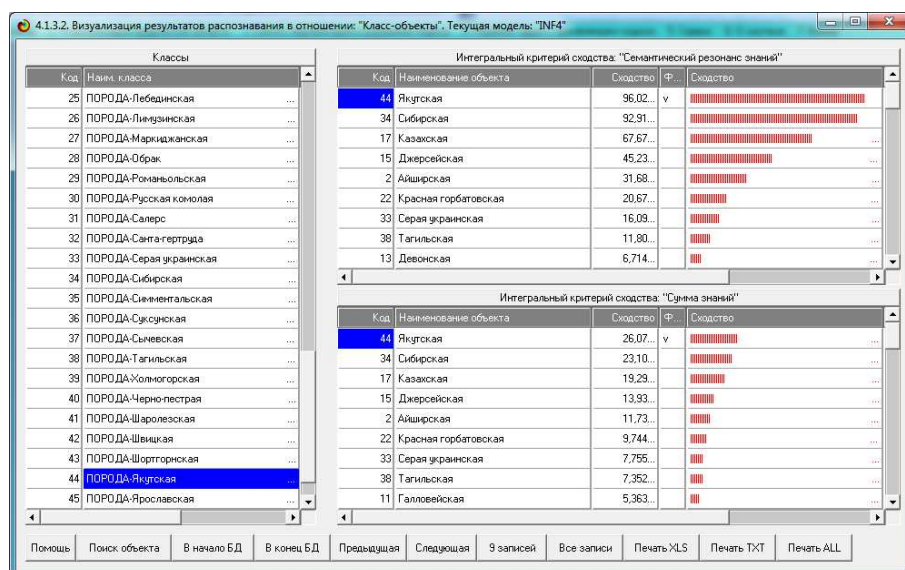


Рисунок 7. Экранная форма режима пакетного распознавания

3.2. Когнитивные SWOT-диаграммы классов

Задача поддержки принятия решений является обратной по отношению к задаче идентификации. Если при идентификации мы по набору признаков определяем породу КРС, то при принятии решений, наоборот, по заданной породе определяем наиболее характерные и не характерные для

нее признаки. Эту задачу позволяет решить автоматизированный когнитивный SWOT-анализ [11], в выходных формах которого указано не просто наличие тех или иных признаков у той или иной породы КРС, но и указаны как наиболее характерные, так и наиболее нехарактерные из него, причем с количественной оценкой степени характерности и не характерности. Характерность признака означает, что его вероятность встречи при данной породе КРС *выше*, чем в среднем по всем породам. Не характерность не означает отсутствия признака, а означает, что вероятность его встречи при данной породе КРС ниже, чем в среднем.

Причем эти **количественные** оценки даются с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции. На рисунке 8 приведена SWOT-характеристика конкретной породы «Абердин-ангусская» в СК-модели INF3.

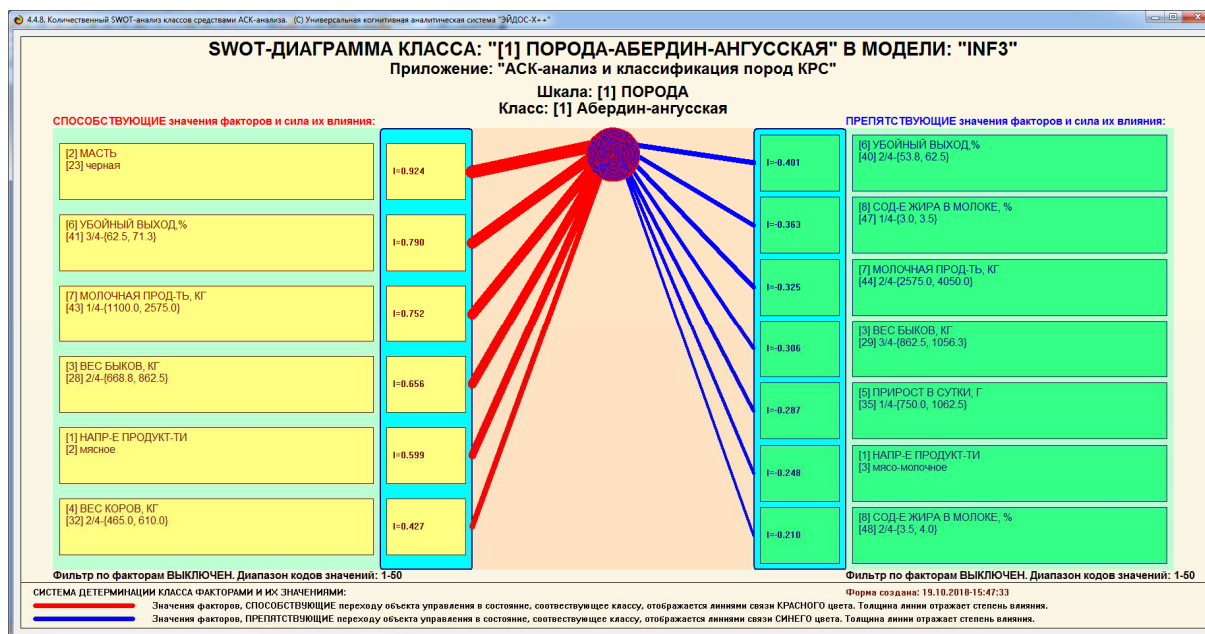


Рисунок 8. SWOT-характеристика породы: «Абердин-ангусская»

Слева на SWOT-диаграмме мы видим наиболее характерные для данной породы КРС признаки, а справа наиболее нехарактерные.

3.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

Если модель предметной области достоверна, то исследование модели можно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели корректно относить к самому объекту моделирования.

В системе «Эйдос» есть довольно много возможностей для такого исследования, но мы рассмотрим лишь: результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети.

3.3.1. Когнитивные диаграммы классов

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2 (рисунок 9):

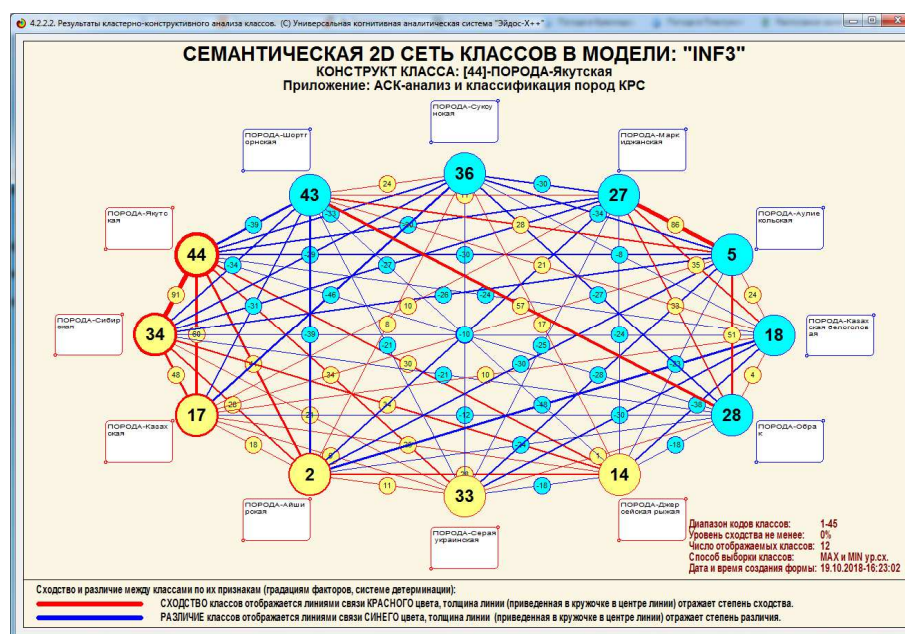


Рисунок 9. Когнитивная диаграмма классов и конструкт со смысловыми полюсами: «Якутская» - «Шортгорнская»

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 9, показаны *количественные* оценки сходства/различия классов, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно

на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

3.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, пример которой приведен на рисунке 9, но и в форме агломеративных дендрограмм, полученных в результате *когнитивной кластеризации* [5-8] (рисунок 10):

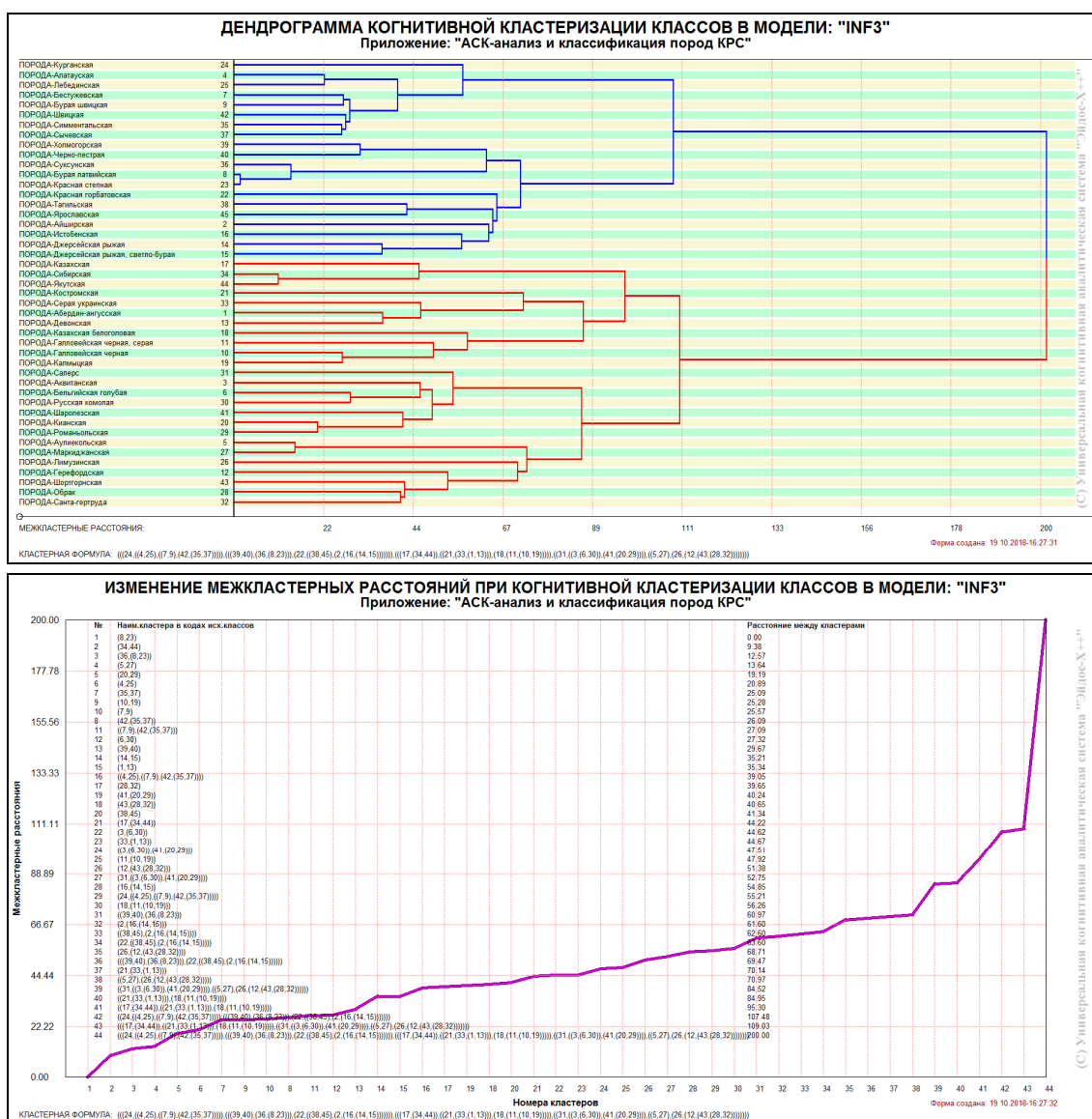


Рисунок 10. Дендрограмма когнитивной кластеризации классов и график изменения межкластерных расстояний

Эти диаграммы отражают сходство/различие признаков. Мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 11):

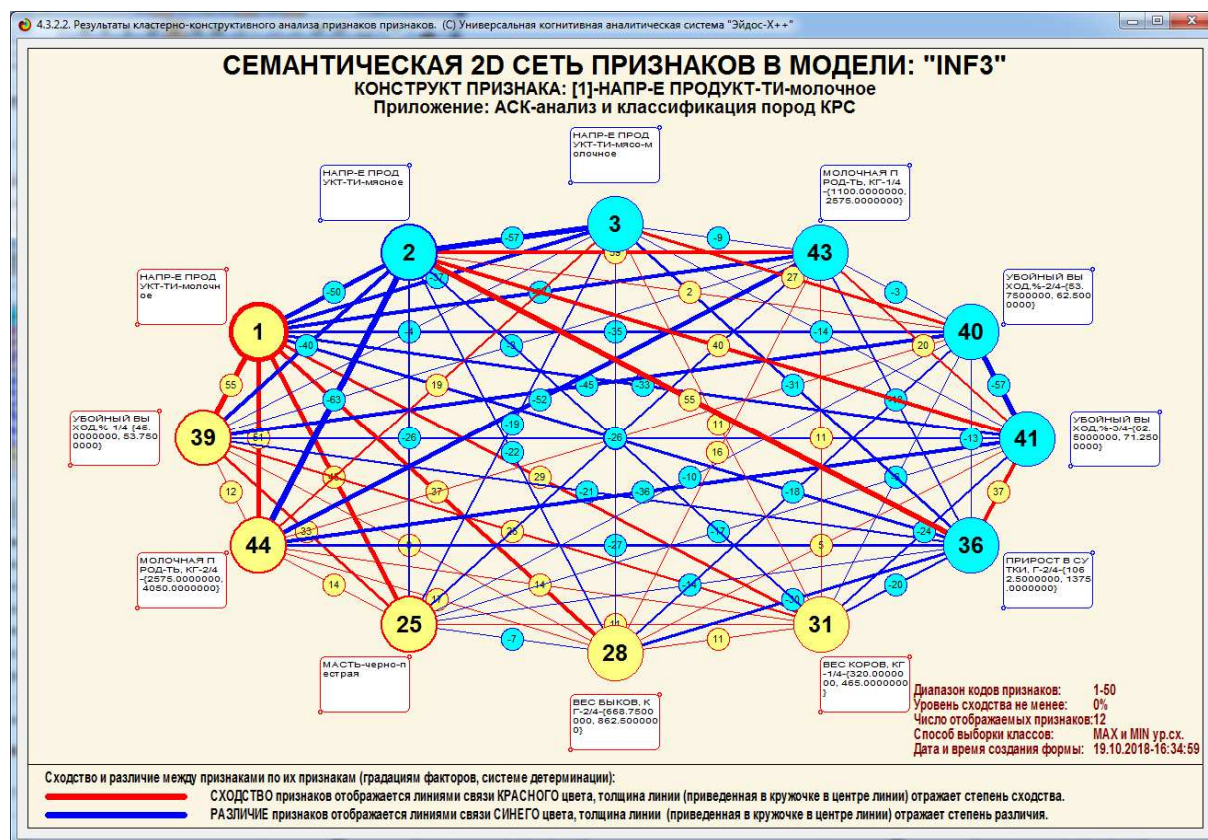


Рисунок 11. Когнитивная диаграмма признаков пород КРС и конструкт с полюсами: «Молочное» - «Мясное»

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 11, показаны *количественные* оценки сходства/различия признаков, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

3.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация признаков

Рассмотрим рисунок 12:

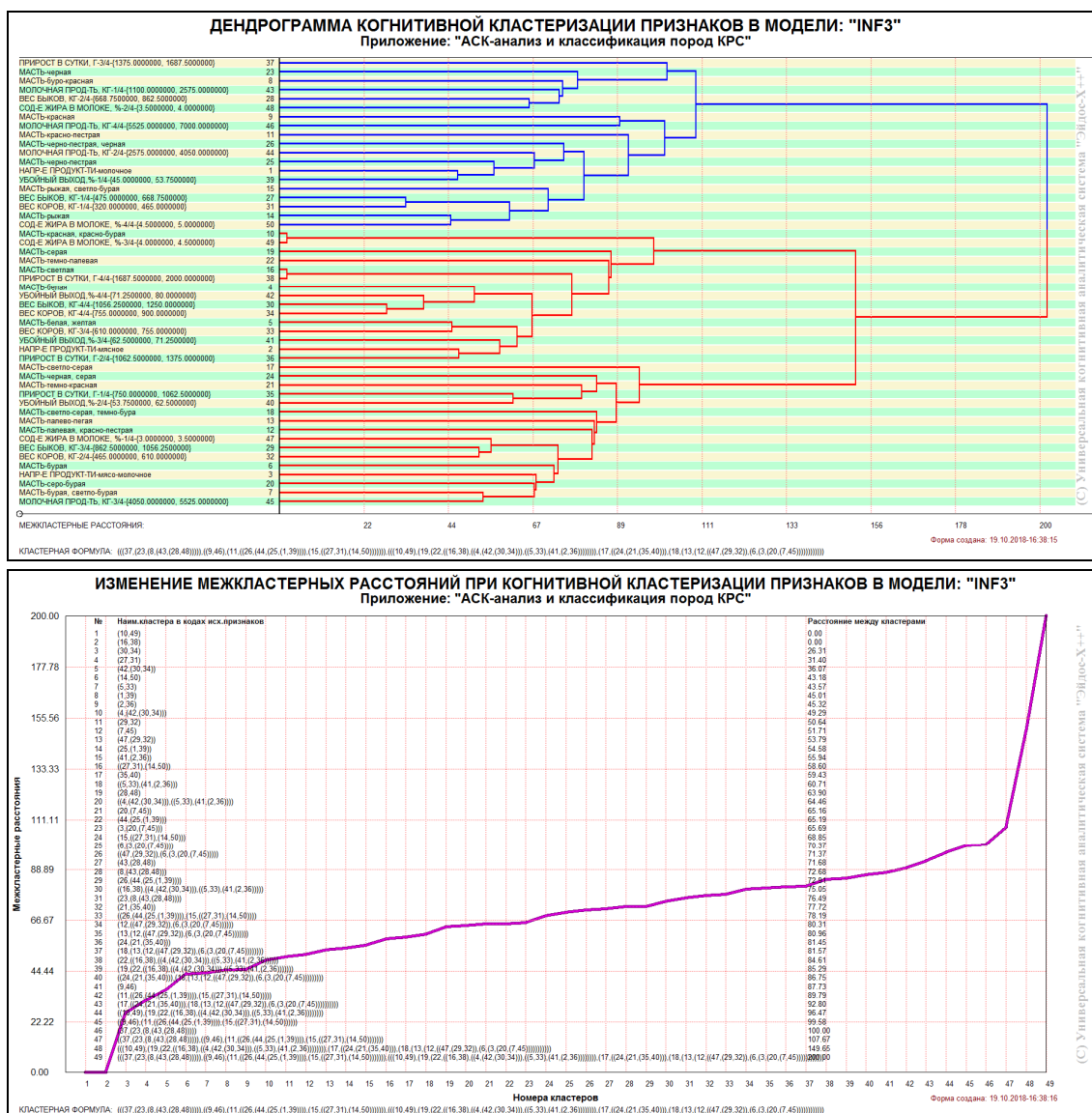


Рисунок 12. Дендрограмма когнитивной кластеризации признаков и график изменения межкластерных расстояний

На этом рисунке приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации признаков и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 11 [5-8].

3.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

Модель знаний системы «Эйдос» относится к *нечетким декларативным* гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой [13] и фреймовой моделей представления знаний. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам).

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

- 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети);
- 2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;
- 3) нейросеть является нелокальной [13], как сейчас говорят «полно-связной». От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них.

На рисунке 13 приведен пример нелокального нейрона:

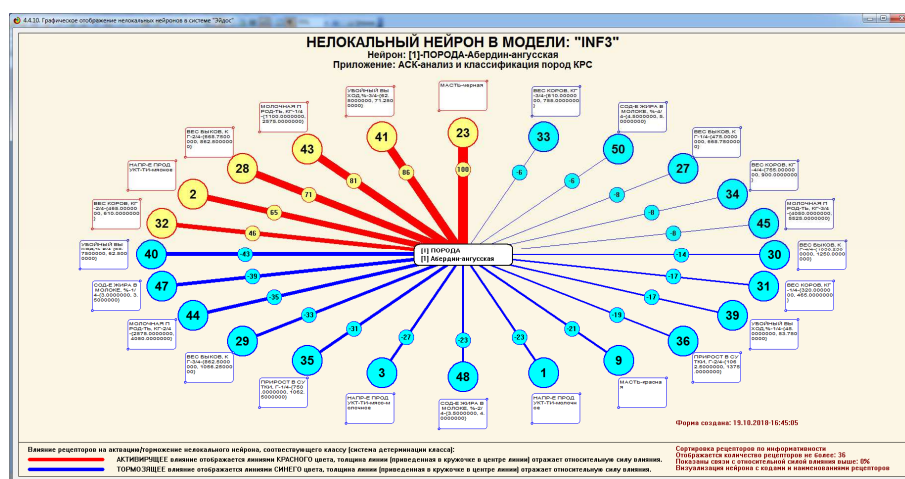


Рисунок 13. Пример нелокального нейрона

4. Некоторые выводы, рекомендации и перспективы

Необходимо отметить, что системно-когнитивные модели, разработанные в системе «Эйдос», могут быть применены для решения *практических задач* с применением той же системы «Эйдос», в которой они созданы, причем это применение возможно в адаптивном режиме, т.е. их можно совершенствовать в процессе эксплуатации, адаптировать к изменениям предметной области, локализовать или районировать для других регионов, разрабатывать новые модели для других животных и классов заболеваний и т.п., и т.д. Эти уникальные возможности обеспечиваются тем, что *система «Эйдос» представляет собой не только среду для эксплуатации интеллектуальных приложений, но и является инструментом их создания и адаптации.*

Возникает закономерный вопрос о возможности решения и других задач ветеринарии (а также других наук) путем применения автоматизированного системно-когнитивного анализа.

По мнению авторов АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой новый инновационный, т.е. доведенный до возможности практического применения, метод искусственного интеллекта может рассматриваться как универсальный инструмент решения всех тех задач в области ветеринарии (и других наук), для решения которых используется естественный интеллект. Причем это инструмент, многократно увеличивающий возможности естественного интеллекта, примерно также, как микроскоп и телескоп многократно увеличивает возможности естественного зрения, естественно только в том случае, если оно есть. Поэтому, конечно, этих задач огромное количество.

В качестве **перспектив** можно было бы отметить в частности решение следующих задач ветеринарии с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа:

- поддержка принятия решений по выбору антибактериальных препаратов в зависимости от характера микробной флоры;
- поддержка принятия решений по определению дозы и пути введения препаратов группы пенициллина;
- поддержка принятия решений по определению дозы и пути введения цефалоспоринов;
- поддержка принятия решений по выбору антибактериальных препаратов с учетом основных токсических и аллергических реакций на антибактериальные препараты;
- исследование взаимодействия антибактериальных препаратов с другими препаратами при приеме внутрь и поддержка принятия решений по выбору антибактериальных препаратов с учетом результатов этих исследований.

Область ветеринарии, в которой перечисленные выше и другие задачи решаются с применением системно-когнитивного анализа, программным инструментарием которого *в настоящее время* является система «Эйдос», предлагается назвать **«Когнитивной ветеринарией»**.

Эта идея находится в русле Указа Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899 "Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации", в котором под п.8 указаны Нано-, био-, информационные, **когнитивные технологии**².

Этим и другим применениям способствует и то, что система «Эйдос» является мультязычной интеллектуальной on-line средой для обучения и научных исследований [3, 4]³ и находится в полном открытом бесплатном доступе (причем с подробно комментированными актуальными исходны-

² Отметим, что все приведенные выше аргументы введения научного понятия: «когнитивная ветеринария» применимы и к другим направлениям науки, например: «когнитивная агрономия», «когнитивная экономика» и т.д.. Автор пытался развивать когнитивную математику [10] и когнитивную теорию управления [10], а также применять их в других областях науки и практики.

³ http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

ми текстами: http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt) на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

Численные примеры решения задач ветеринарии с применением технологий искусственного интеллекта размещены как облачные Эйдос-приложения под номерами: 100, 125, 126, 127, 128, 131, и доступны всем желающим в режиме 1.3 системы «Эйдос». Базовое интеллектуальное приложение, являющееся основой данной работы, размещено в Эйдос-облаке под номером 131.

Существует много систем искусственного интеллекта. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++» отличается от них следующими параметрами:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);

- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt);

- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения;

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их около 30 и 131, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- обеспечивает мультязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (<http://aidos.byethost5.com/map3.php>).

Конечно, представленный в статье уровень исследования относится хотя и к развитому, но эмпирическому уровню, т.е. это просто наблюдаемые факты, эмпирические закономерности и в лучшем случае, при условии подтверждения полученных результатов другими исследователями, может подняться до уровня эмпирического закона. Для перехода на теоретический уровень познания необходимо выдвинуть гипотезы содержательной интерпретации полученных результатов (которые может выдвинуть только специалист в области ветеринарии), объясняющие внутренние механизмы наблюдаемых закономерностей. Потом необходимо подтвердить, что эти научные гипотезы имеют прогностическую силу, т.е. позволяют обнаружить новые ранее неизвестные явления, и тогда эти гипотезы переходят в статус научной теории. Эта теория позволяет обобщить эмпирический закон до уровня научного закона [13].

В заключение авторы выражают благодарность проректору по научной работе Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина доктору биологических наук профессору Андрею Георгиевичу Коцаеву за помощь в публикации статьи.

Литература

1. Сайт: <http://meatinfo.ru>
2. Сайт: <http://meatinfo.ru/info/show?id=197>

3. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). С. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 у.п.л. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf
4. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 у.п.л.
5. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.
6. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Опубл. От 10.01.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.
7. Луценко Е.В. Агломеративная когнитивная кластеризация нозологических образов в ветеринарии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №04(138). С. 122 – 139. – IDA [article ID]: 1381804033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/04/pdf/33.pdf>, 1,125 у.п.л.
8. Луценко Е.В. Агломеративная когнитивная кластеризация симптомов и синдромов в ветеринарии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №05(139). С. 99 – 116. – IDA [article ID]: 1391805033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/05/pdf/33.pdf>, 1,125 у.п.л.
9. Сайт: <http://lc.kubagro.ru/>
10. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
11. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.
12. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Системы представления и приобретения знаний : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>
13. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный

метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.

References

1. Sajt: <http://meatinfo.ru>
2. Sajt: <http://meatinfo.ru/info/show?id=197>
3. Lucenko E.V. Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchny`x issledovanij na baze ASK-analiza i sistemy` «E`j-dos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kuban-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №06(130). S. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 u.p.l. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf
4. Lucenko E.V., Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda «E`jdos» («E`jdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlya E`VM, Zayavka № 2017618053 ot 07.08.2017, Gos.reg.№ 2017661153, zaregistr. 04.10.2017. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 u.p.l.
5. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizaciya na osnove znaniy (klasterizaciya v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой e`lektronny`j na-uchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dos-tupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 u.p.l.
6. Lucenko E.V., Korzhakov V.E. Podсистема aglomerativnoj kognitivnoj kla-sterizacii klassov sistemy` «E`jdos» ("E`jdos-klaster"). Pat. № 2012610135 RF. Zayav. № 2011617962 RF 26.10.2011. Opubl. Ot 10.01.2012. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 u.p.l.
7. Lucenko E.V. Aglomerativnaya kognitivnaya klasterizaciya nozologicheskix obrazov v veterinarii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal Kub-GAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №04(138). S. 122 – 139. – IDA [article ID]: 1381804033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/04/pdf/33.pdf>, 1,125 u.p.l.
8. Lucenko E.V. Aglomerativnaya kognitivnaya klasterizaciya simptomov i sindromov v veterinarii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №05(139). S. 99 – 116. – IDA [article ID]: 1391805033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/05/pdf/33.pdf>, 1,125 u.p.l.
9. Sajt: <http://lc.kubagro.ru/>
10. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetskaya interval`naya matematika. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
11. Lucenko E.V. Kolichestvenny`j avtomatizirovanny`j SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual`noj sistemy` «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: Kub-

GAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Re-zhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 u.p.l.

12. Lucenko E. V., Lojko V. I., Laptev V. N. Sistemy` predstavleniya i priobrete-niya znaniy : ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. I. Lojko, V. N. Laptev. – Krasnodar : E`koinvest, 2018. – 513 s. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>

13. Lucenko E.V. Problemy` i perspektivy` teorii i metodologii nauchnogo po-znaniya i avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz kak avtomatizirovanny`j metod nauchnogo poznaniya, obespechivayushhij sodержatel`noe fenomenologicheskoe mo-delirovanie / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №03(127). S. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Re-zhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 u.p.l.