УДК 4.08

Автоматизированный системно-когнитивный анализ персонажей Звездных Войн

Голопёров Эдуард Вадимович
студент факультета ПИ, группы ИТ2202
endik23082005@gmail.com

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

Целью данной работы является анализ персонажей Звездных войн. Достижение данной цели сопровождено личным интересом. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-Х++». Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, АСК-АНАЛИЗ, СИСТЕМА «ЭЙДОС».

Automated system-cognitive analysis of the characters of Star Wars

Goloperov Eduard Vadimovich
student of the faculty of PI, group IT2202
endik23082005@gmail.com

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

The purpose of this work is to analyze the characters of Star Wars.. The achievement of this goal is of great personal interest. For us, this will allow us to gain knowledge in working with the universal analytical system "Eidos-X ++". To achieve this goal, the Automated System-Cognitive Analysis (ASK-analysis) and its software tools are used - the intelligent system "Eidos".

Key words: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **2**

ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ **5**

ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ **6**

ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ **11**

ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ **18**

ПОДЗАДАЧА 4.1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (ДИАГНОСТИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ, РАСПОЗНАВАНИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ) 18

ПОДЗАДАЧА 4.2. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (SWOT-АНАЛИЗ) 18

ПОДЗАДАЧА 4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ 23

4.3.1. Когнитивные диаграммы классов *23*

4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов *24*

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов *25*

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов *27*

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети *28*

4.3.6. Когнитивные функции *30*

7. ВЫВОДЫ **34**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **40**

Введение

Целью данной работы является исследование и систематизация персонажей Звёздных войн. Достижение данной цели сопровождено личным интересом. Вселенная звездных войн довольно обширна. Каждый год в ней появляется много новых героев. Поэтому исследование будет проведено только среди персонажей оригинальной трилогии и трилогии приквелов. Для осуществления данной цели необходим один из самых главных инструментов интеллектуальной системы Эйдос – АСК-анализ

АСК-анализ предполагает, что для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения:

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной модели.

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

- подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация);
- подзадача 4.2. Поддержка принятия решений;
- подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты, когнитивные функции).

Эти задачи, по сути, представляют собой **этапы** автоматизированного системно-когнитивный анализа (АСК-анализ), который поэтому и предлагается применить для их решения.

АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-X++» (система «Эйдос»).

Система «Эйдос» выгодно отличается от других интеллектуальных систем 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), в которых не требуется автоматического, т.е. без непосредственного участия человека в реальном времени решения

задач идентификации, прогнозирования, приятия решений и исследования предметной области;

- 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. не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта: «имеет нулевой порог входа» (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 (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и 208, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (http://aidos.byethost5.com/map5.php);

- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких

аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf);

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции;

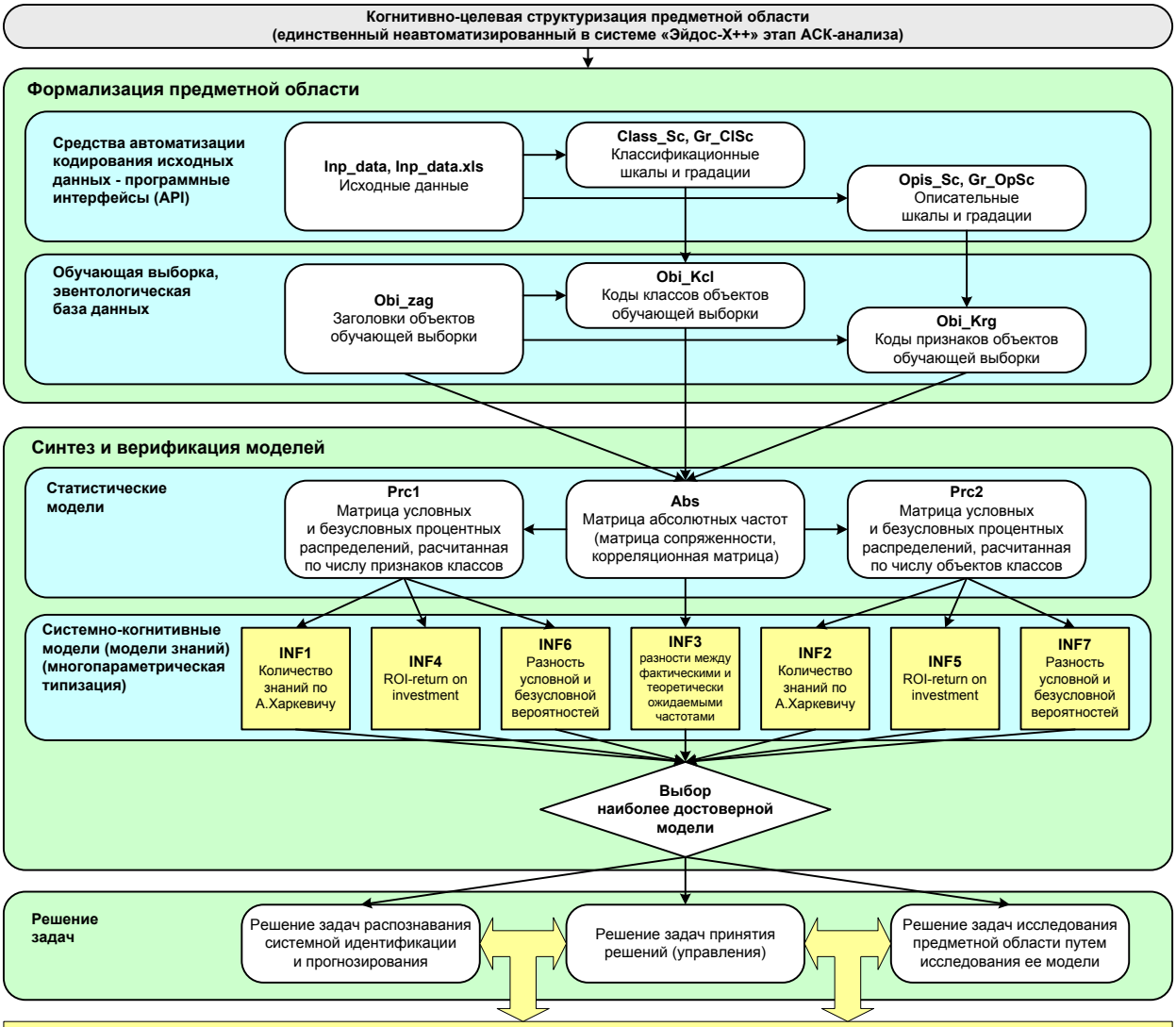
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной обработки осмыслить эти данные и тем самым преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

В чем сила подхода, реализованного в системе Эйдос? В том, что она реализует подход, эффективность которого не зависит от того, что мы думаем о предметной области и думаем ли вообще. Она формирует модели непосредственно на основе эмпирических данных, а не на основе наших представлений о механизмах реализации закономерностей в этих данных. Именно поэтому Эйдос-модели эффективны даже если наши представления о предметной области ошибочны или вообще отсутствуют.

В этом и слабость этого подхода, реализованного в системе Эйдос. Модели системы Эйдос - это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже на теоретическом уровне познания в теоретических научных законах.

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» в качестве метода и инструмента решения поставленной проблемы и достижения цели работы (рисунок 1).

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос», повышение уровня системности данных, информации и знаний, повышение уровня системности моделей



О соотношении задач:

- распознавания, классификации, идентификации и диагностики (это одно и тоже, т.е. синонимы);
- идентификации и прогнозирования (при идентификации значения свойств и принадлежность объекта к классу относятся к одному моменту времени, а при прогнозировании значения факторов относятся к прошлому, а переход объекта под действием этих факторов в состояние, соответствующее классу относится к будущему);
- прогнозирования и принятия решений (при прогнозировании по значениям факторов, действующих на объект моделирования, определяется в какое будущее состояние он перейдет под их действием. При принятии решений, наоборот, по будущему целевому состоянию объекта моделирования определяются значения факторов, которые обуславливают его переход в это будущее целевое состояние. Таким образом задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования);
- принятия решений и исследования моделируемой предметной области (задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования только в простейшем случае: в случае использования SWOT-анализа. Однако SWOT-анализ имеет свои ограничения: может быть задано только одно будущее целевое состояние, некоторые рекомендуемые факторы может не быть технологической и финансовой возможности использовать. Поэтому в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован развитый алгоритм принятия решений п.6.3 в котором кроме SWOT-анализа используются также результаты решения задачи прогнозирования и результаты кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов, т.е. некоторые результаты решения задачи исследования предметной области.)

Рисунок 1. Последовательность решения задач в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Рассмотрим решение поставленных задач в подробном численном примере.

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы неформализуемым путем решаем на качественном уровне, что будем рассматривать в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий).

При этом необходимо отметить, что системно-когнитивные модели (СК-модели) отражают лишь сам факт наличия зависимостей между значениями факторов и результатами их действия. Но они не отражают причин и механизмов такого влияния.

Это значит:

– *во-первых,* что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд является причинами, и то, что казалось бы является их последствиями, на самом деле является последствиями неких глубинных причин, которых мы не видим и никоим образом непосредственно не отражаем в модели;

– *во-вторых,* даже если содержательной интерпретации не разработано, то в принципе это не исключает возможности пользоваться ими на практике для достижения заданных результатов и поставленных целей, т.е. для управления.

В данной работе в качестве классификационных шкал выберем биологический вид персонажа а также позиция(добро, зло, нейтралитет) (таблица 1), а в качестве факторов идентифицирующих и определяющих персонажа мы возьмем цвет глаз, цвет кожи, цвет волос, вес, рост, пол, и родная планета (таблица 2):

Таблица 1– Классификационная шкала

Код	Наименование
1	Species
2	Position

Таблица2– Описательныешкалы

Код	Наименование
1	Hair Color
2	Skin color
3	Eye Color
4	Gender
5	Home world
6	Height
7	Mass

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной работы (рисунок 2) получены из портала Kaggle

name	species	position	hair_color	skin_color	eye_color	gender	homeworld	height	mass
Luke Skywalker	Human	hero	blond	fair	blue	male	Tatooine	172,000	77,000
C-3PO	Droid	hero	NA	gold	yellow	NA	Tatooine	167,000	75,000
R2-D2	Droid	hero	NA	white, blue	red	NA	Naboo	96,000	32,000
Darth Vader	Human	villain	none	white	yellow	male	Tatooine	202,000	136,000
Leia Organa	Human	hero	brown	light	brown	female	Alderaan	150,000	49,000
Owen Lars	Human	hero	brown, grey	light	blue	male	Tatooine	178,000	120,000
Beru Whitesun lars	Human	hero	brown	light	blue	female	Tatooine	165,000	75,000
R5-D4	Droid	hero	NA	white, red	red	NA	Tatooine	97,000	32,000
Biggs Darklighter	Human	hero	black	light	brown	male	Tatooine	183,000	84,000
Obi-Wan Kenobi	Human	hero	auburn, white	fair	blue-gray	male	Stewjon	182,000	77,000
Anakin Skywalker	Human	hero	blond	fair	blue	male	Tatooine	188,000	84,000
Wilhuff Tarkin	Human	villain	auburn, grey	fair	blue	male	Eriadu	180,000	0,000
Chewbacca	Wookiee	hero	brown	NA	blue	male	Kashyyyk	228,000	112,000
Han Solo	Human	hero	brown	fair	brown	male	Corellia	180,000	80,000
Greedo	Rodian	villain	NA	green	black	male	Rodia	173,000	74,000
Jabba Desilijic Tiure	Hutt	villain	NA	green-tan, brown	orange	hermaphrodite	Nal Hutta	175,000	1,358
Wedge Antilles	Human	hero	brown	fair	hazel	male	Corellia	170,000	77,000
Jek Tono Porkins	Human	hero	brown	fair	blue	male	Bestine IV	180,000	110,000
Yoda	Yoda's species	hero	white	green	brown	male	NA	66,000	17,000
Palpatine	Human	villain	grey	pale	yellow	male	Naboo	170,000	75,000
Boba Fett	Human	villain	black	fair	brown	male	Kamino	183,000	78,200
IG-88	Droid	villain	none	metal	red	none	NA	200,000	140,000
Bossk	Trandoshan	villain	none	green	red	male	Trandosha	190,000	113,000
Lando Calrissian	Human	hero	black	dark	brown	male	Socorro	177,000	79,000
Lobot	Human	hero	none	light	blue	male	Bespin	175,000	79,000
Ackbar	Mon Calamari	hero	none	brown mottle	orange	male	Mon Cala	180,000	83,000
Mon Mothma	Human	hero	auburn	fair	blue	female	Chandrila	150,000	0,000
Arvel Crynyd	Human	hero	brown	fair	brown	male	NA	0,000	0,000
Wicket Systri Warrick	Ewok	hero	brown	brown	brown	male	Endor	88,000	20,000
Nien Nunb	Sullustan	hero	none	grey	black	male	Sullust	160,000	68,000
Qui-Gon Jinn	Human	hero	brown	fair	blue	male	NA	193,000	89,000
Nute Gunray	Neimodian	villain	none	mottled green	red	male	Cato Neimoidia	191,000	90,000
Finis Valorum	Human	hero	blond	fair	blue	male	Coruscant	170,000	0,000
Jar Jar Binks	Gungan	hero	none	orange	orange	male	Naboo	196,000	66,000
Roos Tarpals	Gungan	hero	none	grey	orange	male	Naboo	224,000	82,000
Rugor Nass	Gungan	neutral	none	green	orange	male	Naboo	206,000	0,000
Ric Olié	NA	hero	brown	fair	blue	male	Naboo	183,000	0,000
Watto	Toydarian	neutral	black	blue, grey	yellow	male	Toydaria	137,000	0,000
Sebulba	Dug	neutral	none	grey, red	orange	male	Malastare	112,000	40,000
Quarsh Panaka	NA	hero	black	dark	brown	male	Naboo	183,000	0,000
Shmi Skywalker	Human	hero	black	fair	brown	female	Tatooine	163,000	0,000
Darth Maul	Zabrak	villain	none	red	yellow	male	Dathomir	175,000	80,000
Bib Fortuna	Twi'lek	villain	none	pale	pink	male	Ryloth	180,000	0,000
Ayla Secura	Twi'lek	hero	none	blue	hazel	female	Ryloth	178,000	55,000
Dud Bolt	Vulptereen	neutral	none	blue, grey	yellow	male	Vulpter	94,000	45,000
Gasgano	Xexto	neutral	none	white, blue	black	male	Troiken	122,000	0,000
Ben Quadinaros	Toong	neutral	none	grey, green, yellow	orange	male	Tund	163,000	65,000
Mace Windu	Human	hero	none	dark	brown	male	Haruun Kal	188,000	84,000
Ki-Adi-Mundi	Cerean	hero	white	pale	yellow	male	Cerea	198,000	82,000
Kit Fisto	Nautolan	hero	none	green	black	male	Glee Anselm	196,000	87,000
Eeth Koth	Zabrak	hero	black	brown	brown	male	Iridonia	171,000	0,000
Adi Gallia	Tholothian	hero	none	dark	blue	female	Coruscant	184,000	50,000
Saesee Tiin	Iktotchi	hero	none	pale	orange	male	Iktotch	188,000	0,000
Yarael Poof	Quermian	hero	none	white	yellow	male	Quermia	264,000	0,000
Plo Koon	Kel Dor	hero	none	orange	black	male	Dorin	188,000	80,000
Mas Amedda	Chagrian	villain	none	blue	blue	male	Champala	196,000	0,000
Gregar Typho	Human	hero	black	dark	brown	male	Naboo	185,000	85,000
Cordé	Human	neutral	brown	light	brown	female	Naboo	157,000	0,000
Cliegg Lars	Human	neutral	brown	fair	blue	male	Tatooine	183,000	0,000
Poggle the Lesser	Geonosian	villain	none	green	yellow	male	Geonosis	183,000	80,000
Luminara Unduli	Mirialan	hero	black	yellow	blue	female	Mirial	170,000	56,200
Barriss Offee	Mirialan	hero	black	yellow	blue	female	Mirial	166,000	50,000
Dormé	Human	neutral	brown	light	brown	female	Naboo	165,000	0,000
Dooku	Human	villain	white	fair	brown	male	Serenno	193,000	80,000
Bail Prestor Organa	Human	hero	black	tan	brown	male	Alderaan	191,000	0,000
Jango Fett	Human	villain	black	tan	brown	male	Concord Dawn	183,000	79,000
Zam Wesell	Clawdite	villain	blonde	fair, green, yellow	yellow	female	Zolan	168,000	55,000
Dexter Jettster	Besalisk	neutral	none	brown	yellow	male	Ojom	198,000	102,000
Lama Su	Kaminoan	neutral	none	grey	black	male	Kamino	229,000	88,000
Taun We	Kaminoan	neutral	none	grey	black	female	Kamino	213,000	0,000
Jocasta Nu	Human	hero	white	fair	blue	female	Coruscant	167,000	0,000
Ratts Tyerell	Aleena	neutral	none	grey, blue	NA	male	Aleen Minor	79,000	15,000
R4-P17	NA	hero	none	silver, red	red, blue	female	NA	96,000	0,000
Wat Tambor	Skakoan	villain	none	green, grey	NA	male	Skako	193,000	48,000
San Hill	Muun	villain	none	grey	gold	male	Muunilinst	191,000	0,000
Shaak Ti	Togruta	hero	none	red, blue, white	black	female	Shili	178,000	57,000
Grievous	Kaleesh	villain	none	brown, white	green, yellow	male	Kalee	216,000	159,000
Tarfful	Wookiee	hero	brown	brown	blue	male	Kashyyyk	234,000	136,000
Raymus Antilles	Human	hero	brown	light	brown	male	Alderaan	188,000	79,000
Sly Moore	NA	neutral	none	pale	white	female	Umbara	178,000	48,000
Tion Medon	Pau'an	neutral	none	grey	black	male	Utapau	206,000	80,000
Finn	Human	hero	black	dark	dark	male	NA	0,000	0,000
Rey	Human	hero	brown	light	hazel	female	NA	0,000	0,000
Poe Dameron	Human	hero	brown	light	brown	male	NA	0,000	0,000
BB8	Droid	hero	none	none	black	none	NA	0,000	0,000
Captain Phasma	NA	hero	NA	NA	NA	female	NA	0,000	0,000
Padmé Amidala	Human	hero	brown	light	brown	female	Naboo	165,000	45,000

Рисунок 2 Исходные данные для ввода в систему Эйдос

Затем с параметрами, показанными на рисунке 3, запустим режим 2.3.2.2 системы «Эйдос», представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) с внешними данными табличного типа.

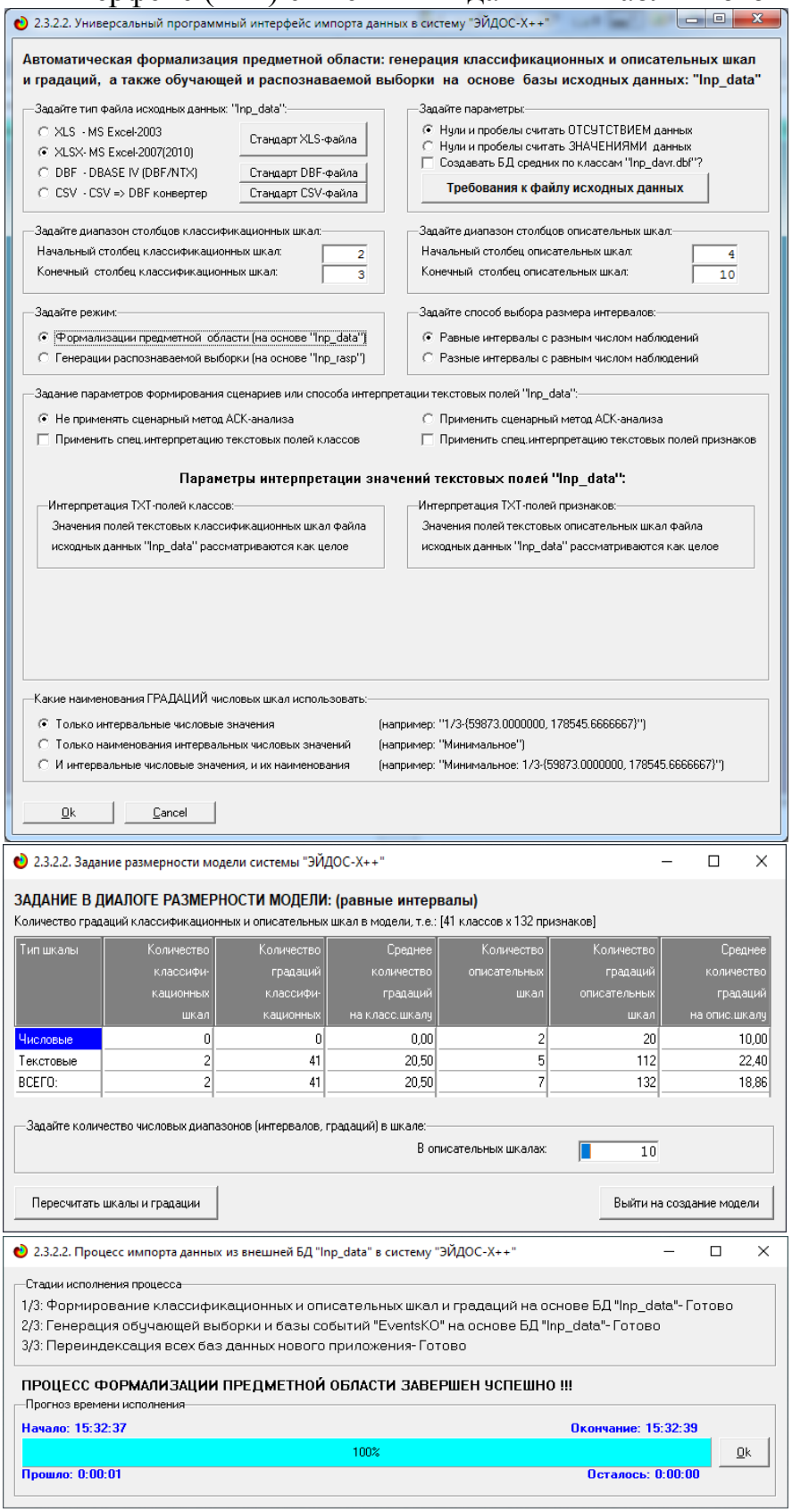


Рисунок 3. Экранные форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

Обратим внимание на то, что заданы адаптивные интервалы, учитывающее неравномерность распределения данных по диапазону значений, что важно при относительно небольшом числе наблюдений. Если бы интервалы были заданы равными по величине, то в них бы учитывалось сильно отличающееся число наблюдений, а в некоторых интервалах их бы могло не оказаться вовсе. В описательных шкалах задано 3 числовых интервальных значения.

На рисунке 4 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 значения параметров могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.

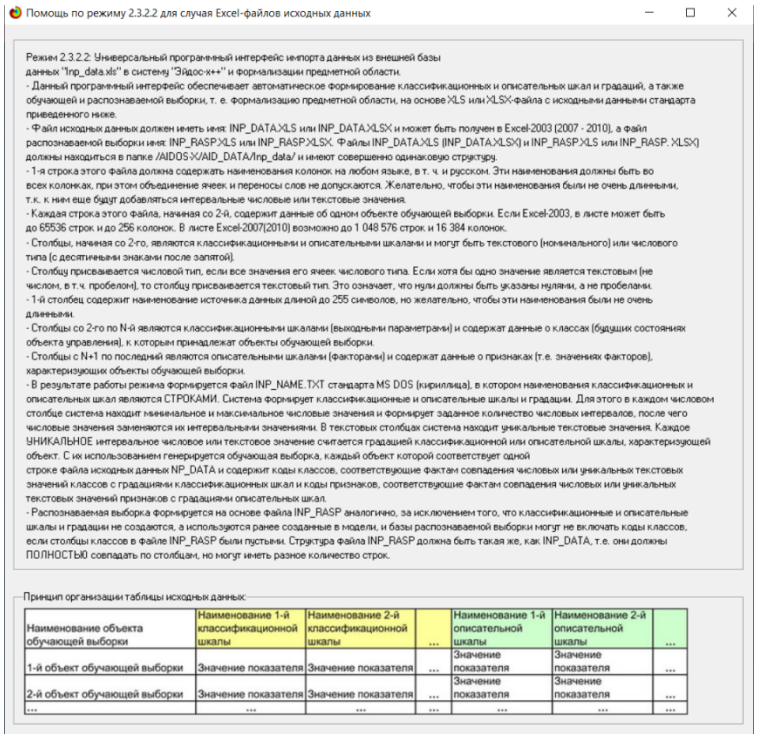


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформировано ц классификационных шкал с суммарным количеством градаций (классов) 41 (таблица 3 и 4) и 7 описательных шкал с суммарным числом градаций 197 (таблица 5). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 5):

Таблица 3 – 1 Классификационные шкалы и градации (Species)

Код	Название
1	Aleena
2	Besalisk
3	Cerean

4	Chagrian
5	Clawdite
6	Droid
7	Dug
8	Ewok
9	Geonosian
10	Gungan
11	Human
12	Hutt
13	Iktochi
14	Kaleesh
15	Kaminoan
16	Kel Dor
17	Mirialan
18	Mon Calamari
19	Muun
20	NA
21	Nautolan
22	Neimodian
23	Pau’an
24	Qeurmian
25	Rodian
26	Shakuan
27	Sullustan
28	Tholothian
29	Togruta
30	Toong
31	Toydarian
32	Trandoshan
33	Twi’lek
34	Vulpteren
35	Wookie
36	Xexto
37	Yoda’s species
38	Zabrak

Таблица 4– 2 Классификационные шкалы и градации (Position)

Код	Наименование
39	hero
40	neutral
41	villain

Таблица 5 – Фрагмент описательных шкал и градаций (Hair Color, Skin Color, Eye Color)

Код	Название
1	auburn
2	auburn, grey
3	auburn, white

4	black
5	blond
6	blonde
7	brown
8	brown, grey
9	grey
10	NA
11	none
12	white
13	blue
14	blue, grey
15	brown
16	brown, mottle
17	brown, white
18	dark
19	fair
20	fair green, yellow
21	gold
22	green-tan
23	green
24	green, grey
25	grey
26	grey, blue
27	grey, green, yellow
28	grey, red
29	light
30	metal
31	mottled green
32	NA
33	none
34	orange
35	pale
36	red
37	red, blue, white
38	silver, red
39	tan
40	white
41	white, blue
42	white, red
43	yellow
44	black
45	blue gray
46	blue

Таблица 6 – Обучающая выборка

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Luke Skywalker	11	39	5	19	46	61	104	118	127
C-3PO	6	39	10	21	58	62	104	118	127
R2-D2	6	39	10	41	55	62	92	114	124
Darth Vader	11	41	11	40	58	61	104	119	131
Leia Organa	11	39	7	29	47	59	64	117	126
Owen Lars	11	39	8	29	46	61	104	118	130
Beru Whitesun lars	11	39	7	29	46	59	104	117	127
R5-D4	6	39	10	42	55	62	104	114	124
Biggs Darklighter	11	39	4	29	47	61	104	118	128
Obi-Wan Kenobi	11	39	3	19	45	61	102	118	127
Anakin Skywalker	11	39	5	19	46	61	104	119	128
Wilhuff Tarkin	11	41	2	19	46	61	78	118	
Chewbacca	35	39	7	32	46	61	86	121	130
Han Solo	11	39	7	19	47	61	73	118	127
Greedo	25	41	10	23	44	61	96	118	127
Jabba Desilijic Tiure	12	41	10	22	53	60	93	118	123
Wedge Antilles	11	39	7	19	51	61	73	118	127
Jek Tono Porkins	11	39	7	19	46	61	67	118	129
Yoda		39	12	23	47	61	91	113	123
Palpatine	11	41	9	35	58	61	92	118	127
Boba Fett	11	41	4	19	47	61	85	118	127
IG-88	6	41	11	30	55	63	91	119	131
Bossk	32	41	11	23	55	61	106	119	130
Lando Calrissian	11	39	4	18	47	61	101	118	127
Lobot	11	39	11	29	46	61	66	118	127
Ackbar	18	39	11	16	53	61	89	118	128

Mon Mothma	11	39	1	19	46	59	71	117	
Arvel Crynyd	11	39	7	19	47	61	91		
Wicket Systri Warrick	8	39	7	15	47	61	77	114	124
Nien Nunb	27	39	11	25	44	61	103	117	127
Qui-Gon Jinn	11	39	7	19	46	61	91	119	128
Nute Gunray	22	41	11	31	55	61	68	119	128
Finis Valorum	11	39	5	19	46	61	74	118	
Jar Jar Binks	10	39	11	34	53	61	92	119	127
Roos Tarpals	10	39	11	25	53	61	92	120	128
Rugor Nass	10	40	11	23	53	61	92	120	
Ric Olié	20	39	7	19	46	61	92	118	
Watto	31	40	4	14	58	61	105	116	
Sebulba	7	40	11	28	53	61	87	115	125
Quarsh Panaka	20	39	4	18	47	61	92	118	
Shmi Skywalker	11	39	4	19	47	59	104	117	
Darth Maul	38	41	11	36	58	61	75	118	127
Bib Fortuna	33	41	11	35	54	61	97	118	
Ayla Secura	33	39	11	13	51	59	97	118	126
Dud Bolt	34	40	11	14	58	61	111	114	125
Gasgano	36	40	11	41	44	61	107	115	
Ben Quadinaros	30	40	11	27	53	61	108	117	127
Mace Windu	11	39	11	18	47	61	81	119	128
Ki-Adi-Mundi	3	39	12	35	58	61	69	119	128
Kit Fisto	21	39	11	23	44	61	80	119	128
Eeth Koth	38	39	4	15	47	61	83	118	
Adi Gallia	28	39	11	18	46	59	74	118	126
Saesee Tiin	13	39	11	35	53	61	82	119	
Yarael Poof	24	39	11	40	58	61	95	122	
Plo Koon	16	39	11	34	44	61	76	119	127
Mas Amedda	4	41	11	13	46	61	70	119	
Gregar Typho	11	39	4	18	47	61	92	119	128
Cordé	11	40	7	29	47	59	92	117	
Cliegg Lars	11	40	7	19	46	61	104	118	
Poggle the Lesser	9	41	11	23	58	61	79	118	127
Luminara Unduli	17	39	4	43	46	59	88	118	126
Barriss Offee	17	39	4	43	46	59	88	118	126
Dormé	11	40	7	29	47	59	92	117	
Dooku	11	41	12	19	47	61	98	119	127
Bail Prestor Organa	11	39	4	39	47	61	64	119	
Jango Fett	11	41	4	39	47	61	72	118	127
Zam Wesell	5	41	6	20	58	59	112	118	126
Dexter Jettster	2	40	11	15	58	61	94	119	129
Lama Su	15	40	11	25	44	61	85	121	128
Taun We	15	40	11	25	44	59	85	120	
Jocasta Nu	11	39	12	19	46	59	74	118	
Ratts Tyerell	1	40	11	26	52	61	65	113	123
R4-P17	20	39	11	38	56	59	91	114	
Wat Tambor	26	41	11	24	52	61	100	119	125
San Hill	19	41	11	25	49	61	90	119	
Shaak Ti	29	39	11	37	44	59	99	118	126
Grievous	14	41	11	17	50	61	84	120	132
Tarfful	35	39	7	15	46	61	86	121	131
Raymus Antilles	11	39	7	29	47	61	64	119	127
Sly Moore	20	40	11	35	57	59	109	118	125
Tion Medon	23	40	11	25	44	61	110	120	127
Finn	11	39	4	18	48	61	91		
Rey	11	39	7	29	51	59	91		
Poe Dameron	11	39	7	29	47	61	91		
BB8	6	39	11	33	44	63	91		
Captain Phasma	20	41	10	32	52	59	91		
Padmé Amidala	11	39	7	29	47	59	92	117	125

Обучающая выборка (таблица 6), по сути, представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (рисунок 2), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 3, 4 и 5). Таким образом, созданы все необходимые и достаточные условия для выполнения следующего этапа АСК-анализа: т.е. для синтеза и верификации моделей.

<u>Задача 3</u>: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной из них для решения задач

Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей (СК-моделей) моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 5).

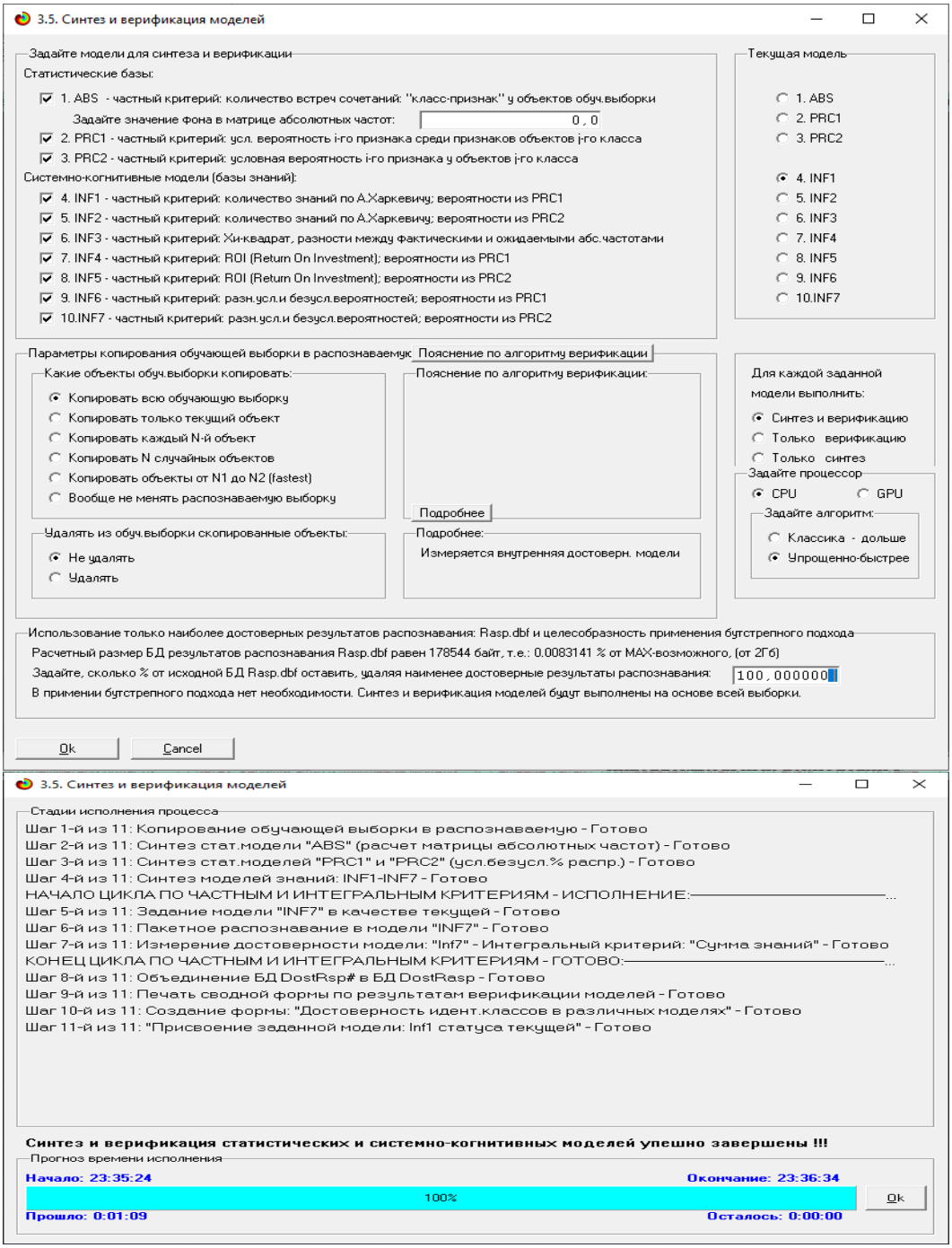
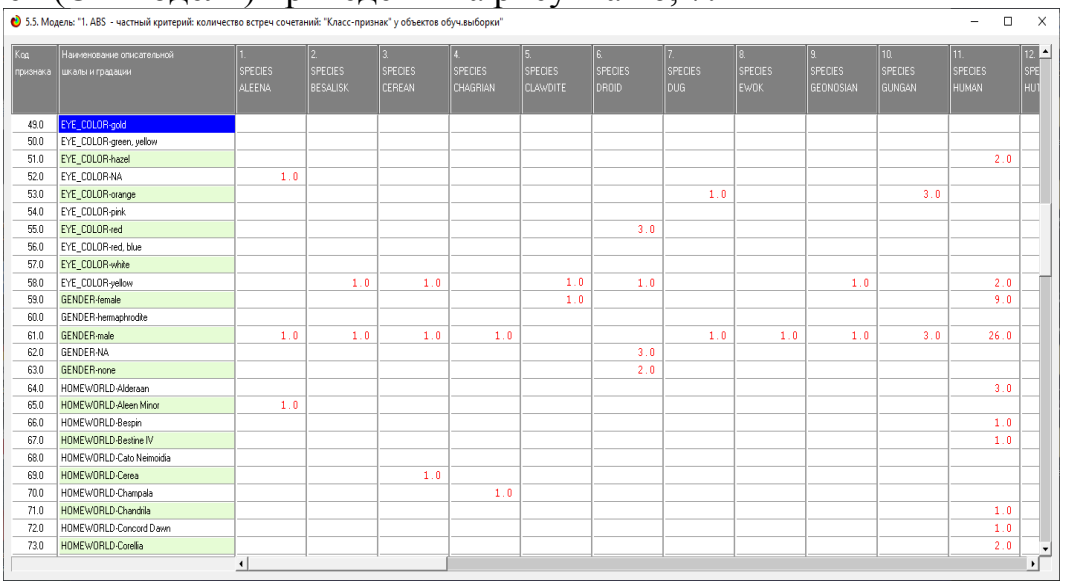


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Обратим внимание на то, что на рисунке 5 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессоре (GPU)».

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 1 минуту 9 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался центральный процессор (CPU) видеокарты. На графическом процессоре (GPU) выполнение этих операций занимает значительно меньшее время. Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможной обработку больших объемов исходных данных за разумное время. В процесс синтеза и верификации моделей осуществляется также расчет 10 выходных форм, на что уходит более 99% времени исполнения.

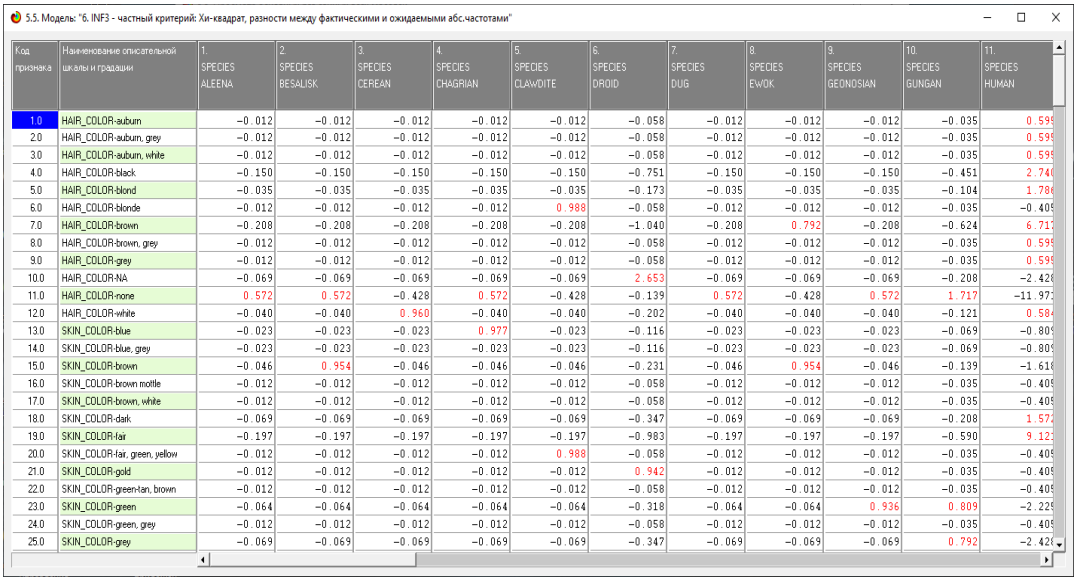
Фрагменты самих созданных статистических и системно-когнитивных моделей (СК-модели) приведены на рисунках 6, 7:



5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. SPECIES ALEENA	2. SPECIES BESALISK	3. SPECIES CEREAN	4. SPECIES CHAGRIAN	5. SPECIES CLAWDITE	6. SPECIES DROID	7. SPECIES DUG	8. SPECIES EWOK	9. SPECIES GEONOSIAN	10. SPECIES GUNGAN	11. SPECIES HUMAN	12. SPE HU
49.0	EYE_COLOR-gold												
50.0	EYE_COLOR-green, yellow												
51.0	EYE_COLOR-hazel											2.0	
52.0	EYE_COLOR-NA	1.0											
53.0	EYE_COLOR-orange							1.0			3.0		
54.0	EYE_COLOR-pink												
55.0	EYE_COLOR-red						3.0						
56.0	EYE_COLOR-red, blue												
57.0	EYE_COLOR-white												
58.0	EYE_COLOR-yellow		1.0	1.0		1.0	1.0			1.0		2.0	
59.0	GENDER-female					1.0						9.0	
60.0	GENDER-hermaphrodite												
61.0	GENDER-male	1.0	1.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0	3.0	26.0	
62.0	GENDER-NA						3.0						
63.0	GENDER-none						2.0						
64.0	HOMEWORLD-Alderaan											3.0	
65.0	HOMEWORLD-Aleen Minor	1.0											
66.0	HOMEWORLD-Bespin											1.0	
67.0	HOMEWORLD-Bestine IV											1.0	
68.0	HOMEWORLD-Cato Neimoidia												
69.0	HOMEWORLD-Cerea			1.0									
70.0	HOMEWORLD-Champala				1.0								
71.0	HOMEWORLD-Chandrila											1.0	
72.0	HOMEWORLD-Concord Dawn											1.0	
73.0	HOMEWORLD-Corellia											2.0	

Рисунок 6. Модель ABS (фрагмент)



5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. SPECIES ALEENA	2. SPECIES BESALISK	3. SPECIES CEREAN	4. SPECIES CHAGRIAN	5. SPECIES CLAWDITE	6. SPECIES DROID	7. SPECIES DUG	8. SPECIES EWOK	9. SPECIES GEONOSIAN	10. SPECIES GUNGAN	11. SPECIES HUMAN
1.0	HAIR_COLOR-auburn	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	0.595
2.0	HAIR_COLOR-auburn, grey	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	0.595
3.0	HAIR_COLOR-auburn, white	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	0.595
4.0	HAIR_COLOR-black	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.751	-0.150	-0.150	-0.150	-0.451	2.740
5.0	HAIR_COLOR-blond	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	-0.173	-0.035	-0.035	-0.035	-0.104	1.784
6.0	HAIR_COLOR-blonde	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	0.988	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
7.0	HAIR_COLOR-brown	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-0.208	-1.040	-0.208	0.792	-0.208	-0.624	6.717
8.0	HAIR_COLOR-brown, grey	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	0.595
9.0	HAIR_COLOR-grey	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	0.595
10.0	HAIR_COLOR-NA	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	2.653	-0.069	-0.069	-0.069	-0.208	-2.420
11.0	HAIR_COLOR-none	0.572	0.572	-0.428	0.572	-0.428	-0.139	0.572	-0.428	0.572	1.717	-11.973
12.0	HAIR_COLOR-white	-0.040	-0.040	0.960	-0.040	-0.040	-0.202	-0.040	-0.040	-0.040	-0.121	0.584
13.0	SKIN_COLOR-blue	-0.023	-0.023	-0.023	0.977	-0.023	-0.116	-0.023	-0.023	-0.023	-0.069	-0.809
14.0	SKIN_COLOR-blue, grey	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.116	-0.023	-0.023	-0.023	-0.069	-0.809
15.0	SKIN_COLOR-brown	-0.046	0.954	-0.046	-0.046	-0.046	-0.231	-0.046	0.954	-0.046	-0.139	-1.616
16.0	SKIN_COLOR-brown mottle	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
17.0	SKIN_COLOR-brown, white	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
18.0	SKIN_COLOR-dark	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.347	-0.069	-0.069	-0.069	-0.208	1.572
19.0	SKIN_COLOR-fair	-0.197	-0.197	-0.197	-0.197	-0.197	-0.983	-0.197	-0.197	-0.197	-0.590	9.121
20.0	SKIN_COLOR-fair, green, yellow	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	0.988	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
21.0	SKIN_COLOR-gold	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	0.942	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
22.0	SKIN_COLOR-green-tan, brown	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
23.0	SKIN_COLOR-green	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.318	-0.064	-0.064	0.936	0.809	-2.225
24.0	SKIN_COLOR-green, grey	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.058	-0.012	-0.012	-0.012	-0.035	-0.405
25.0	SKIN_COLOR-grey	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.347	-0.069	-0.069	-0.069	0.792	-2.428

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных свойств объектов наблюдения рассматривается с единственной точки зрения: с точки зрения того, какое ***количество информации*** содержится в них о том, к каким обобщающим категориям (классам) будут

принадлежать или не принадлежать эти объекты. Поэтому не играет никакой роли, в каких единицах измерения измеряются те или иные свойства объектов наблюдения, а также в каких единицах измеряются результаты влияния этих свойств, натуральных, в процентах или стоимостных. Это и есть решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос», отличающее их от других интеллектуальных технологий.

Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1-L2-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 8).

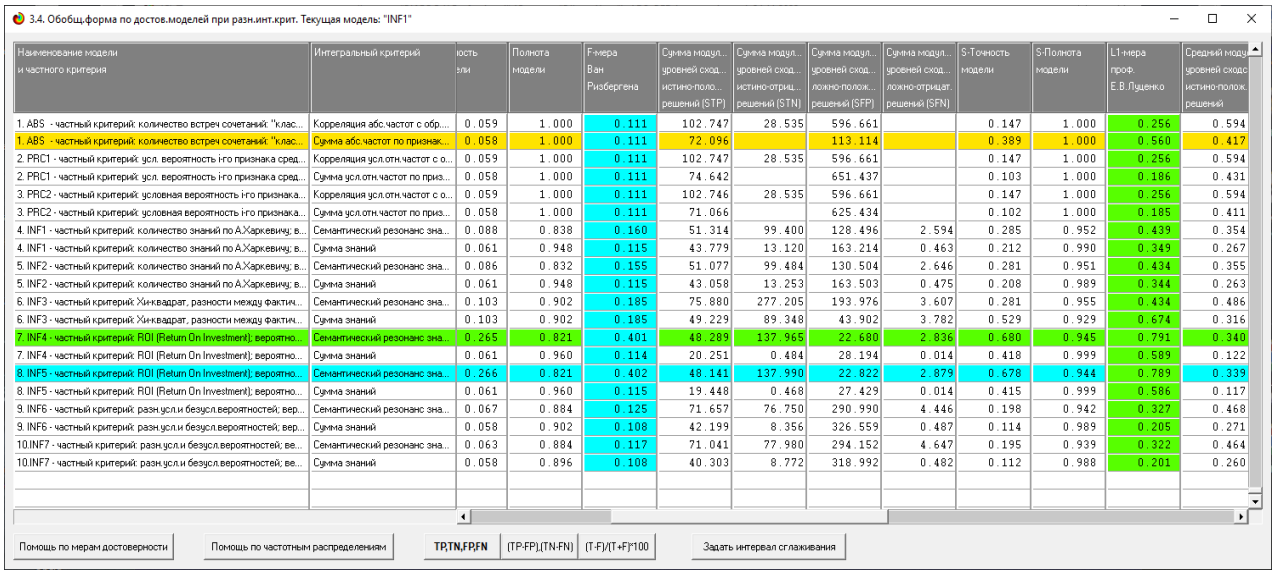


Рисунок 8. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1-критерию проф. Е.В.Луценко

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверными являются СК-модели INF4 и INF5 с интегральным критерием «Семантический резонанс» (F=0,401 при максимуме 1,000), что является довольно средним результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной (L1=0,793 при максимуме 1,000), что является хорошим результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-моделях INF4 и INF5 слабой причинно-следственной зависимости между персонажем и его свойствами и особенностями.

На рисунке 9 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации особенностей персонажей в СК-модели INF4 по данным обучающей выборки:

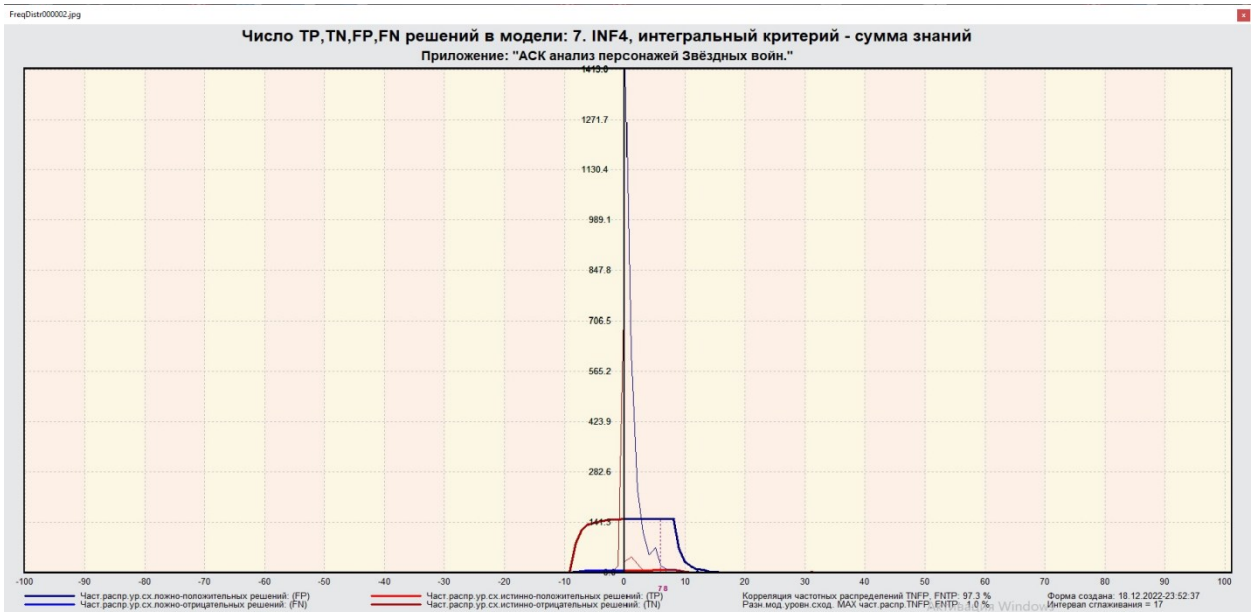


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели INF4

Рисунок 9 содержит изображения двух частотных распределений, похожих на нормальные, сдвинутых относительно друг друга по фазе.

Левое распределение, большее по амплитуде включает истинно-отрицательные и ложно-положительные решения, а правое, меньшее по амплитуде, включает ложные отрицательные и истинно-положительные решения.

Сдвиг этих распределений относительно друг друга и другие различия между ними и позволяют решать задачу идентификации персонажей по характеристикам и другие задачи.

Видно также что частота распределения истинно отрицательных решений намного больше ложно-положительных решений

На рисунке 10 приведен Help по режиму 3.4, в котором описаны меры достоверности моделей, применяемые в системе «Эйдос»:

Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 1), присвоим СК-модели INF4 статус текущей модели. Для этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 11):

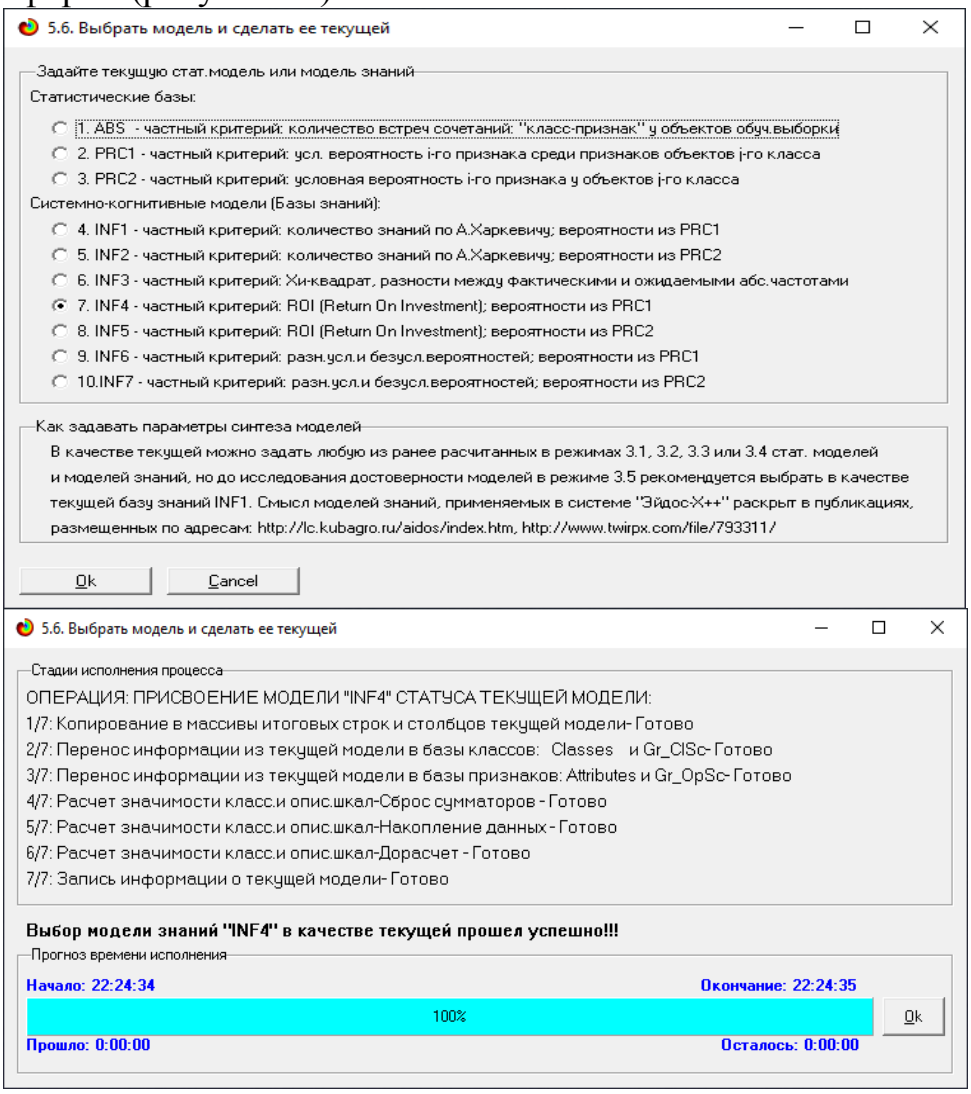


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf4 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)

Решим задачу системной идентификации, т.е. определение класса персонажа на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF4 на GPU (рисунок 12).

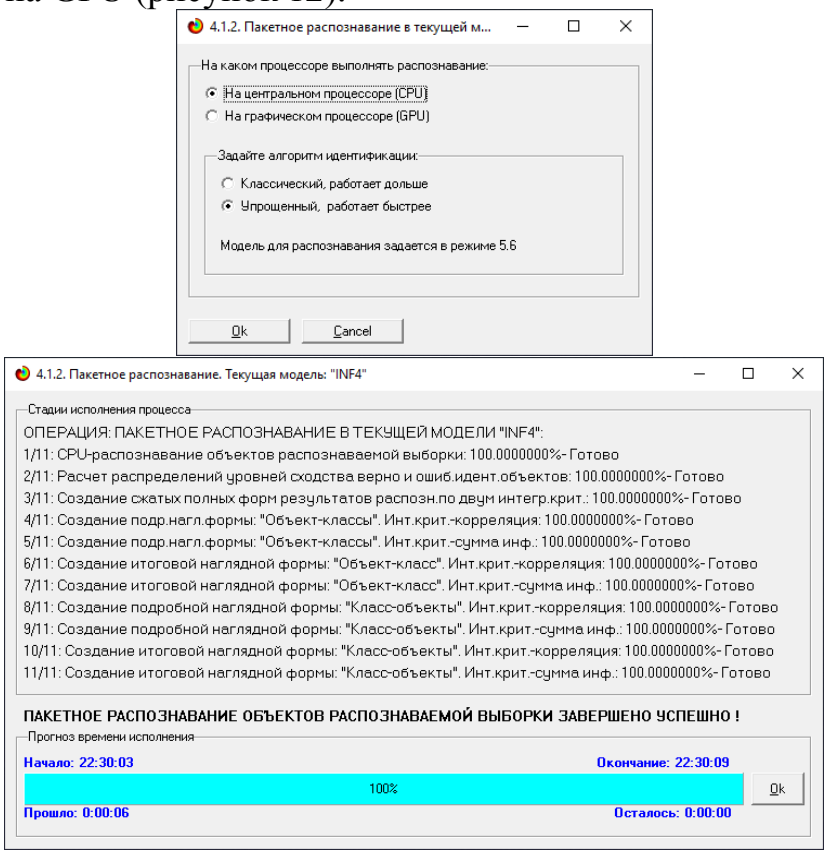


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 6 секунд.

Отметим, что 99% этого времени заняла не сама идентификация на CPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этого прогнозирования. Эти формы отражают результаты прогнозирования в различных разрезах и обобщениях:

Приведем две из этих 10 форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 13).

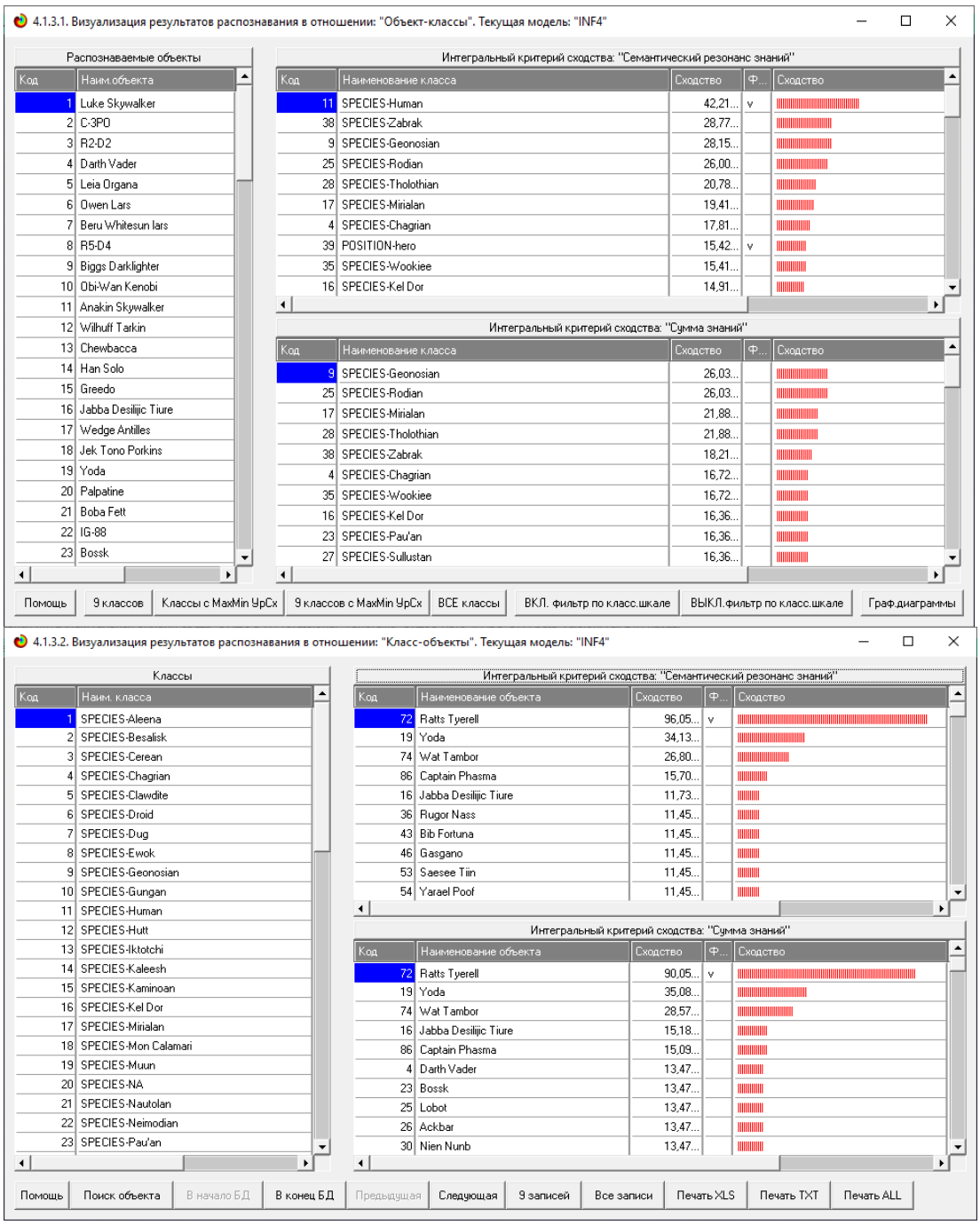


Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации персонажей и их биологического вида

Символ «√» стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты идентификации являются отличными, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства выше 42%, т.е., по сути, результаты с более низки уровнем сходства надо просто игнорировать.

Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

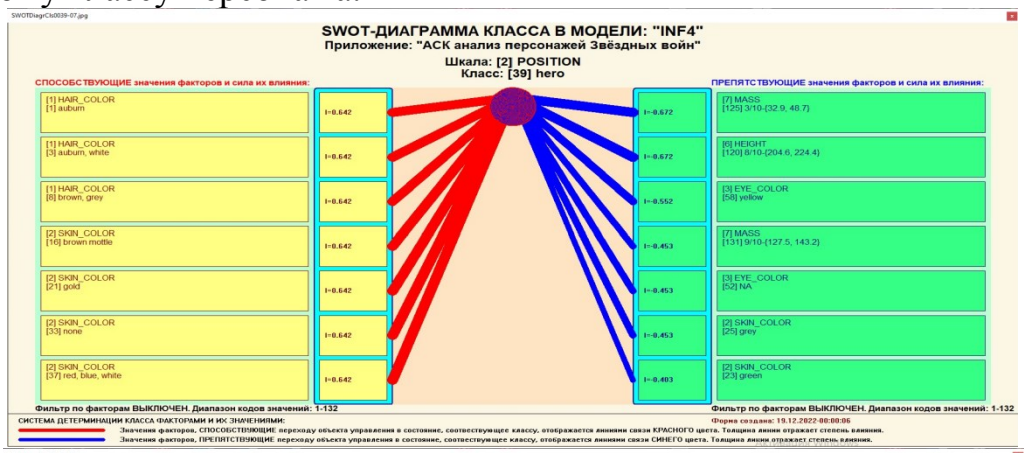
При принятии решений определяется сила и направление влияния значений факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к

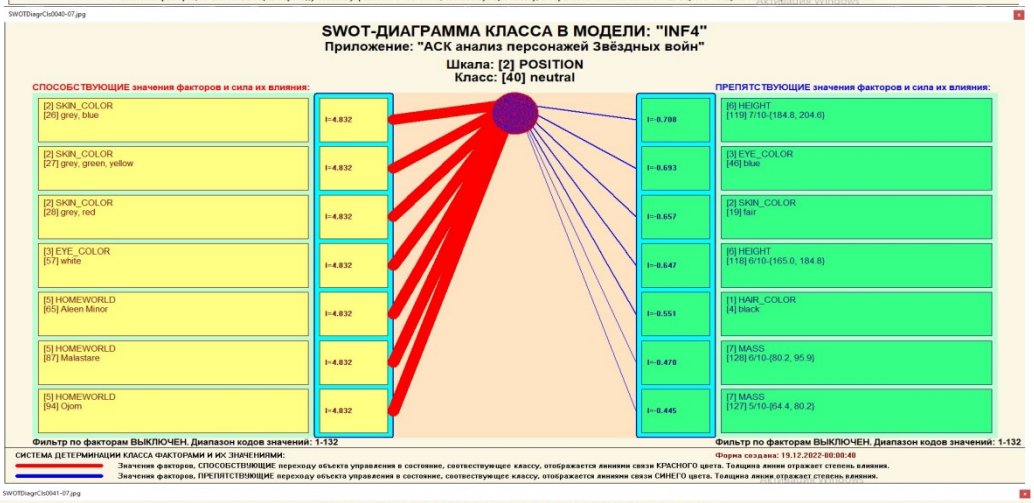
тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути, это решение задачи SWOT-анализа.

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния различных характеристик на его идентификацию того или иного персонажа.

В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом ***выявляется система детерминации заданного класса***, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу, а также препятствующих этому переходу.

На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы наглядно отражающие силу и направление влияния различных характеристик к причислении к тому или иному классу персонажа.





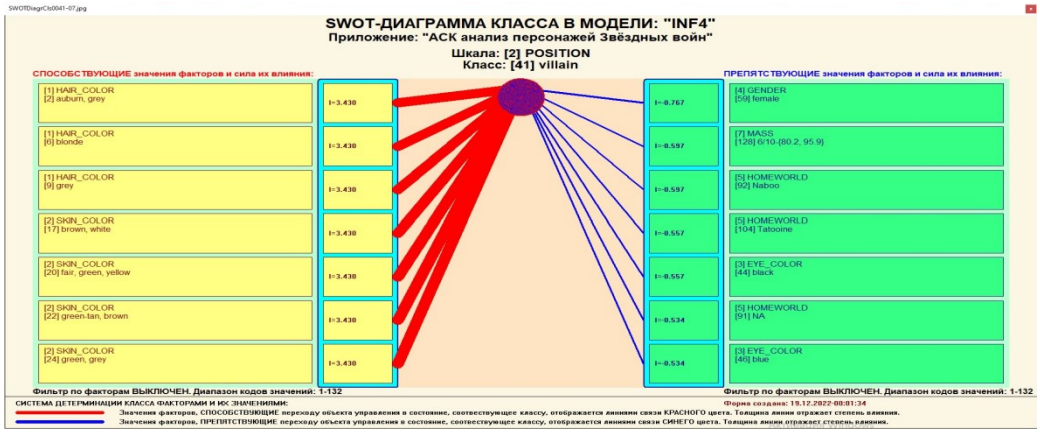
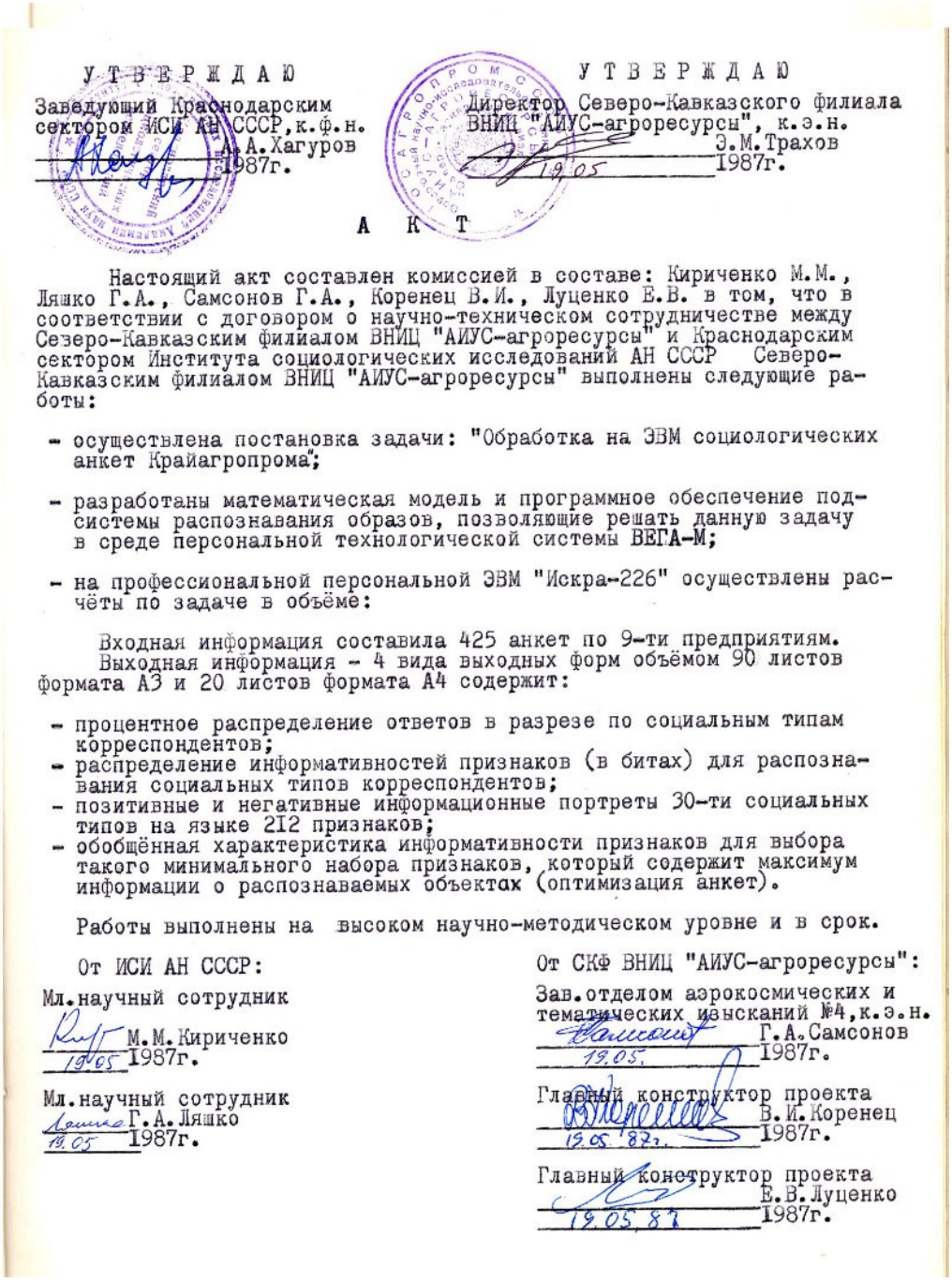


Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации класса position

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений характеристик персонажей на их вид.

Отметим также, что система «Эйдос» обеспечивала решение этой задачи ***всегда***, т.е. даже в самых ранних DOS-версиях и в реализациях системы «Эйдос» на других языках и типах компьютеров. Например, первый акт внедрения системы «Эйдос», где об этом упоминается в явном виде, датируется 1987 годом, а первый подобный расчет относится к 1981 году.



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н.
А.А.Хагуров
1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М.Трахов
19.05 1987г.

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Сезеро-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:

- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома";
- разработаны математическая модель и программное обеспечение подсистемы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М;
- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчёты по задаче в объёме:

Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям.
Выходная информация - 4 вида выходных форм объёмом 90 листов формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:

- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов;
- распределение информативностей признаков (в битах) для распознавания социальных типов корреспондентов;
- позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных типов на языке 212 признаков;
- обобщённая характеристика информативности признаков для выбора такого минимального набора признаков, который содержит максимум информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет).

Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.

От ИСИ АН СССР:
Мл.научный сотрудник
М.М.Кириченко
19.05 1987г.

Мл.научный сотрудник
Г.А.Ляшко
19.05 1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":
Зав.отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4, к.э.н.
Г.А.Самсонов
19.05. 1987г.

Главный конструктор проекта
В.И.Коренец
19.05.'87г. 1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
19.05.87 1987г.

Но тогда SWOT-диаграммы назывались позитивным и негативным информационными портретами классов.

Информация о системе значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, может быть приведена не только в диаграммах, показанных на рисунках 14, но и во многих других табличных и графических формах, которые в данной работе не приводятся только из-за ограниченности ее объема. В частности в этих формах может быть выведена значительно более полная информация (в т. ч. вообще вся имеющая в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: \Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\SWOTCls####Inf3.DBF, где: «####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

На рисунке 15 приведены примеры нескольких инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных классов персонажей на его характеристики.

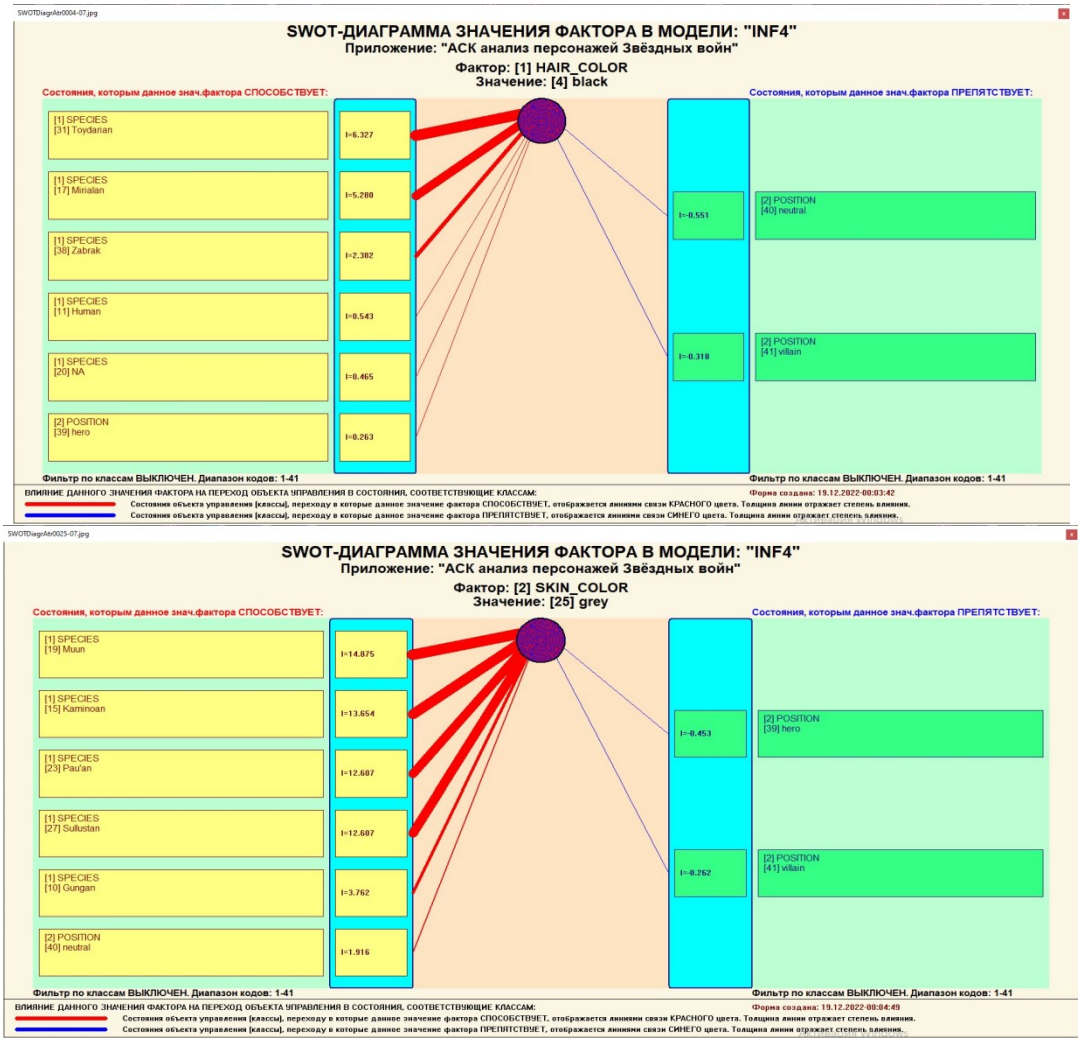


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных факторов персонажей на его характеристики

Из второго примера видно что наличию серой кожи у персонажа препятствуют классовые градации «герой» и «злодей».

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методстратегического планирования. Однако это не

мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых чаще всего является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже более 30 лет, но, к сожалению, она сравнительно малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос».

Подзадача 4.3. 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, «переносить на него».

В системе «Эйдос» есть довольно много возможностей для такого исследования, но в данной работе из-за ограничений на ее объем мы рассмотрим лишь результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты и когнитивные функции.

4.3.1. Когнитивные диаграммы классов

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2 (рисунок 16).

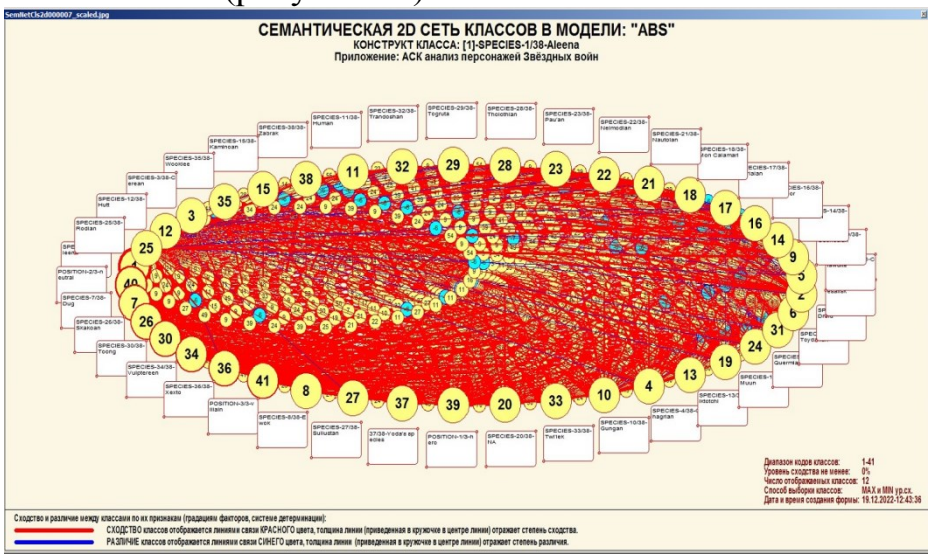


Рисунок 16 Когнитивная диаграмма

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия классов персонажей по связанным с ними значениям их характеристик. Важно, что эти результаты сравнения получены 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.

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 16. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 16.

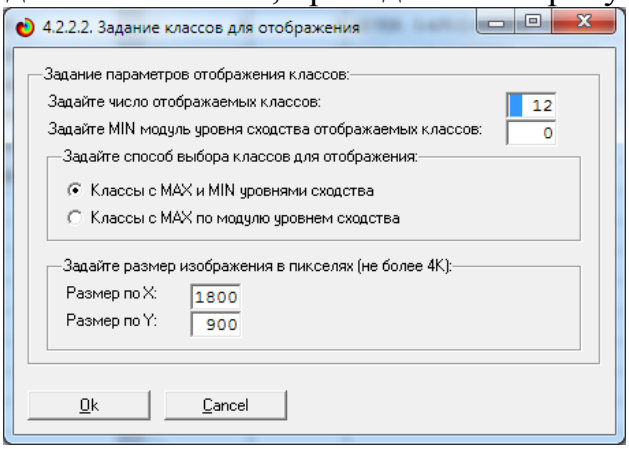


Рисунок 16. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

4.3.2. 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 16, но и в форме агломеративных дендрограмм, полученных в результате ***когнитивной кластеризации*** (рисунок 17):

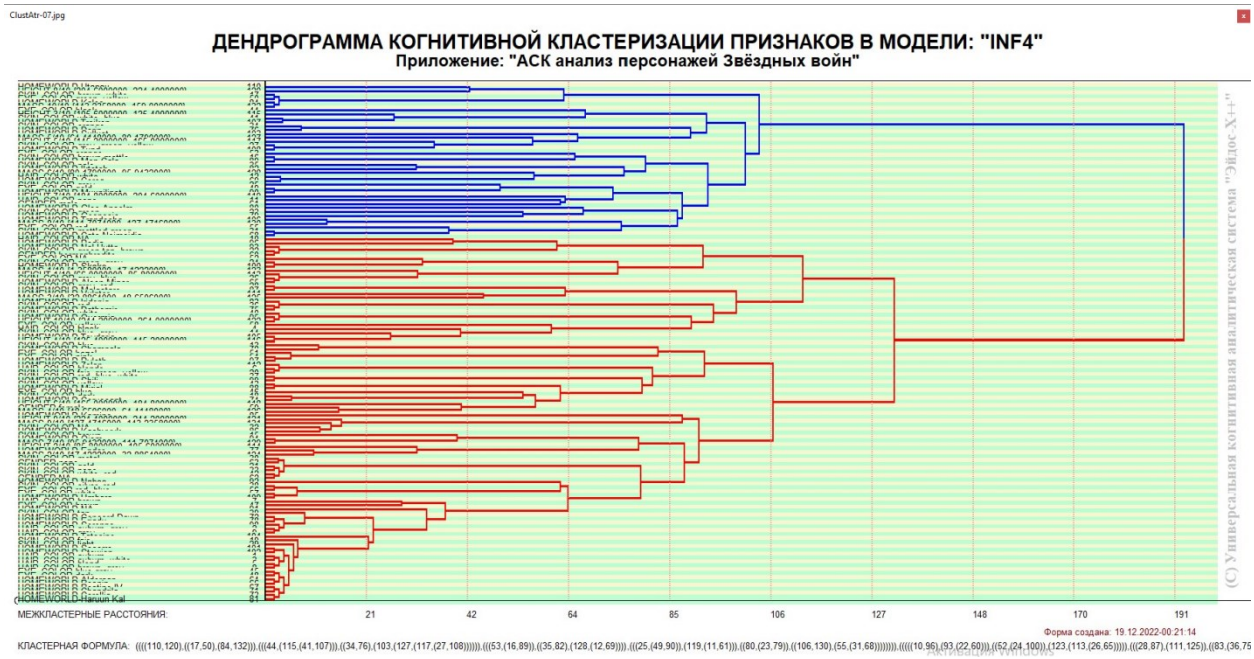
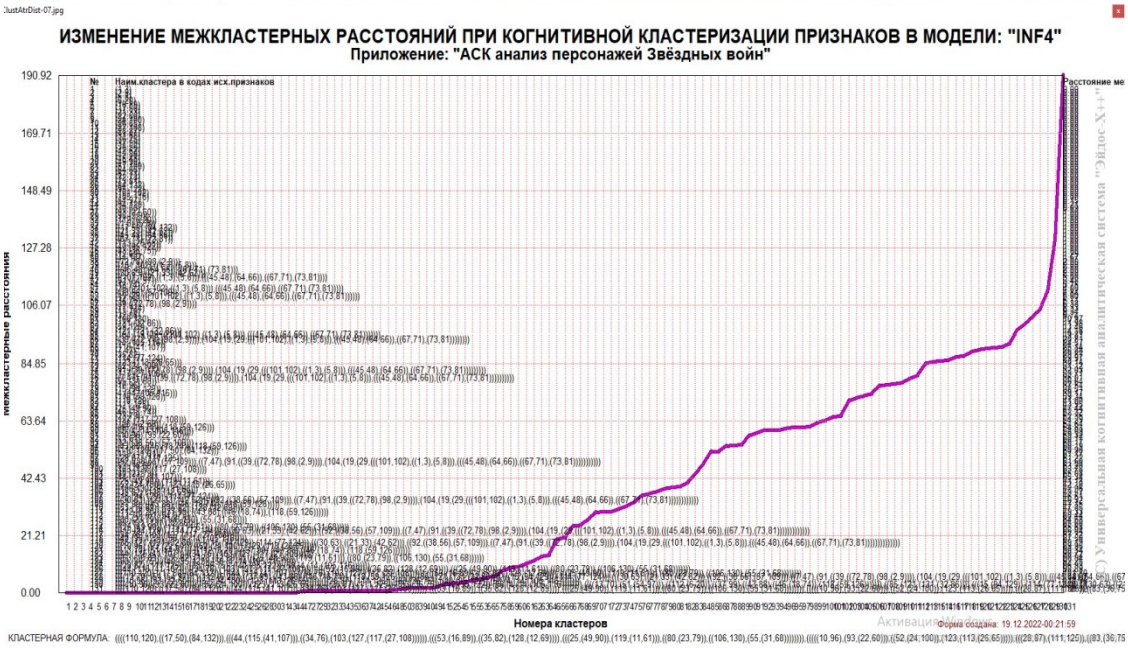


Рисунок 17. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие классов персонажей

Из дендрограммы когнитивной агломеративной кластеризации классов, приведенной на рисунке 17, мы видим также, что все классы образуют два противоположных кластера, являющихся полюсами конструкта, по системе значений обуславливающих значениям параметров их характеристик.

На рисунке 18 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

Рисунок 18. График изменения межкластерных расстояний



4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие параметров характеристик по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о

классификационных градациях. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 19).

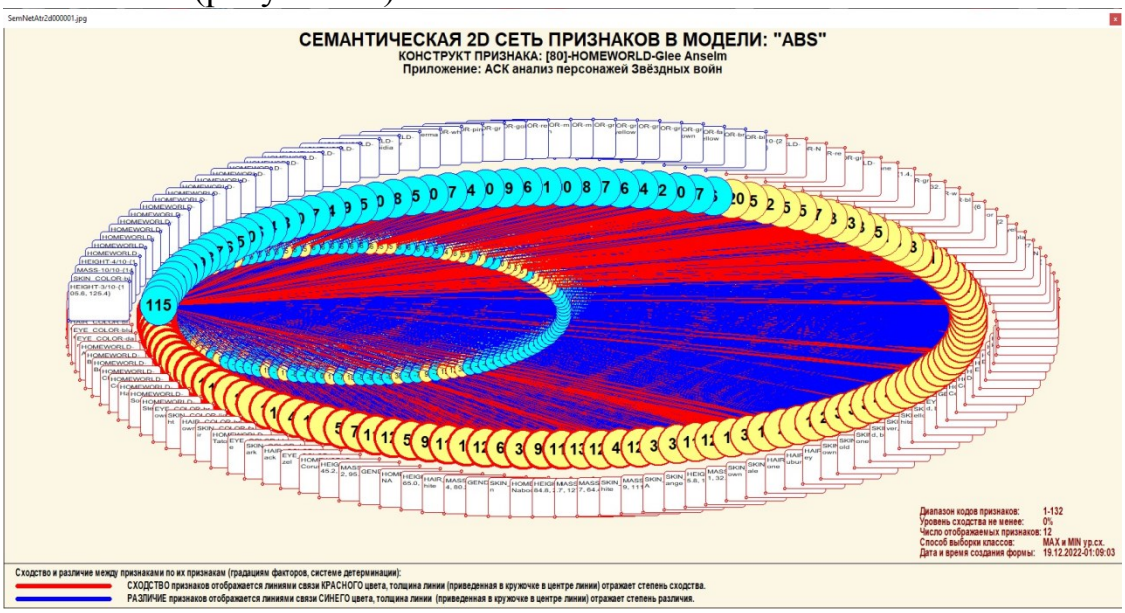


Рисунок 19. Семантическая сеть для конструкта признака HomeworldGleeAnselm

Из рисунка 21 видно, что все значения факторов образуют два крупных кластера, противоположных по их смыслу. Эти кластеры образуют полюса конструкта.

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 21, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия значений факторов, 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.

Диаграмма, приведенная на рисунке 19, получена при параметрах, приведенных на рисунке 20.

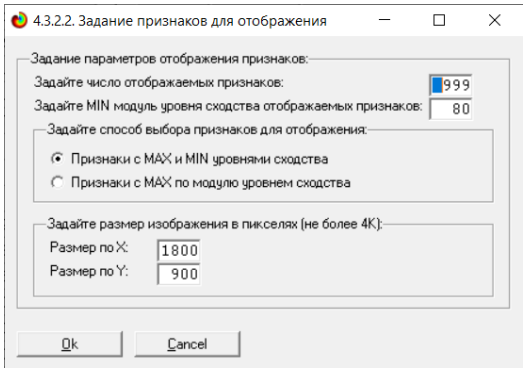


Рисунок 20. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 20

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 21 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов 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 19.

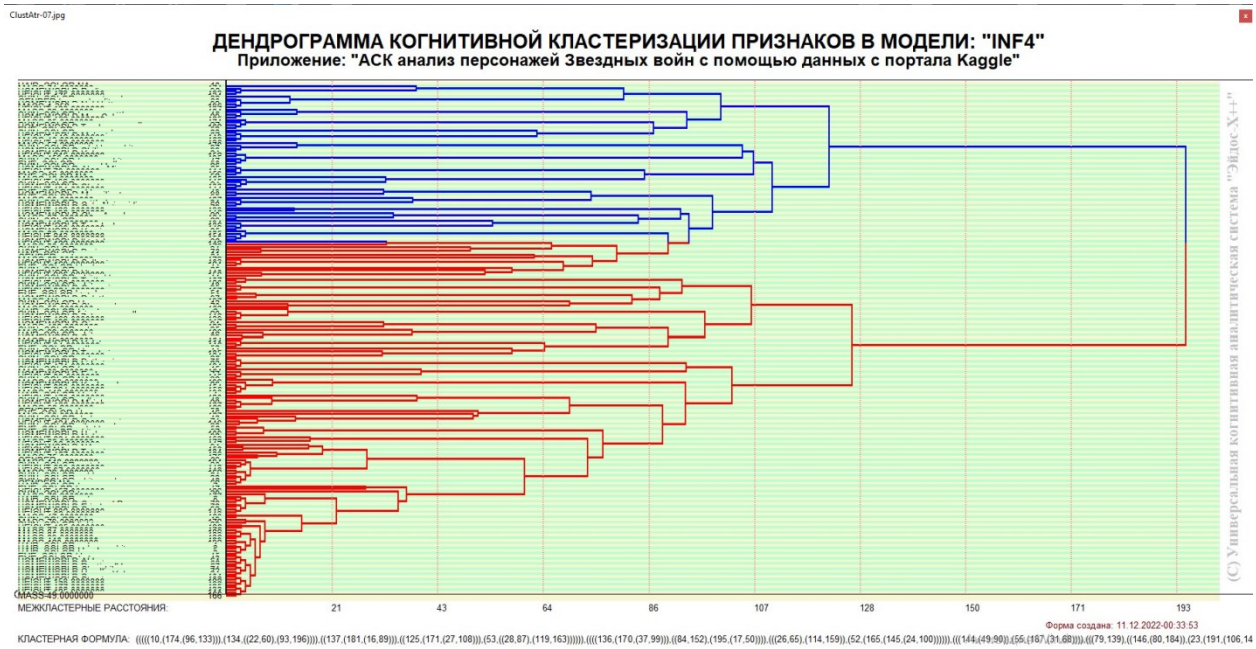


Рисунок 21. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков

Из дендрограммы на рисунке 21 мы видим, что все значения факторов образуют 2 четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами).

Хорошо видна группировка признаков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о классе персонажа. ***Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 21) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 17 и 21).***

На рисунке 22 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

Рисунок 22. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 23 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 24 - фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

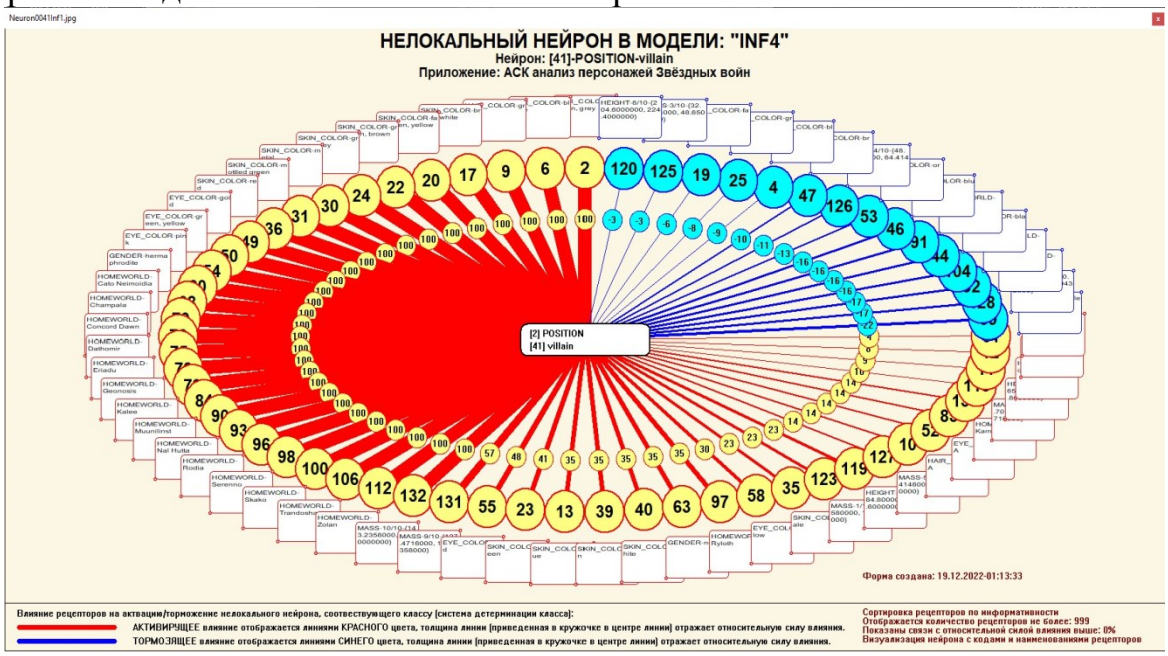


Рисунок 23. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния факторов на определяющих класс

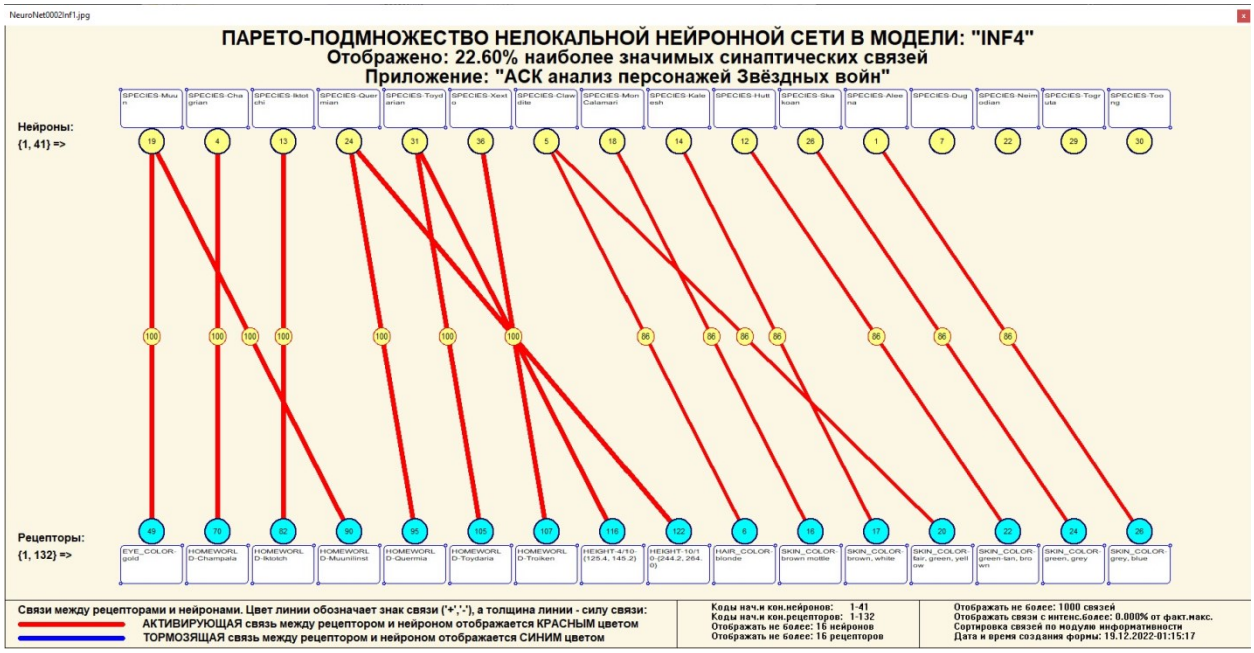


Рисунок 24. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния факторов на класс

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют классовой градации персонажей, а рецепторы – их описательной градации. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их значениями факторами, а справа – менее жестко обусловленные.

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

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. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность.

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, как сейчас говорят «полносвязной».

Рисунок 3. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.6. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 26).

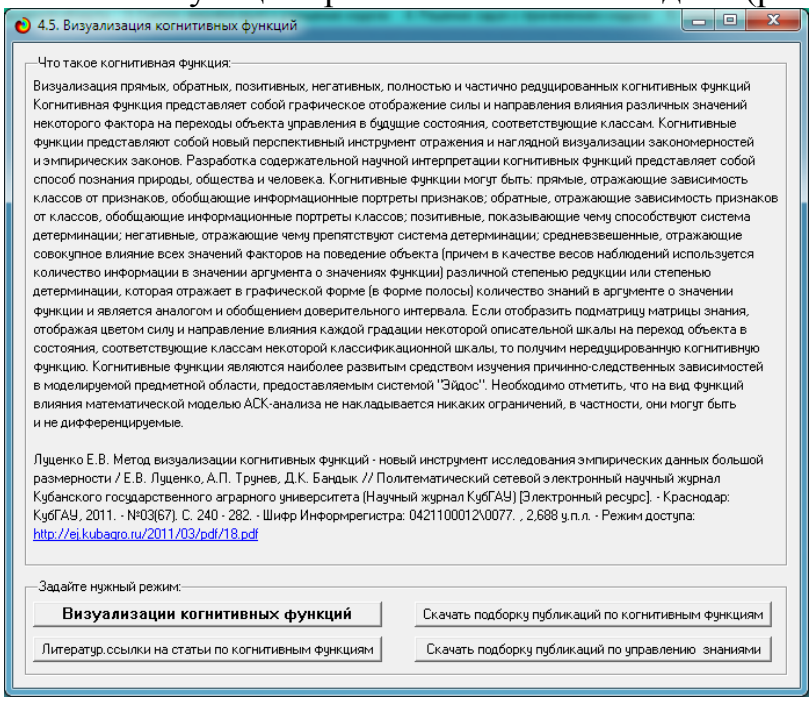


Рисунок 25. Help режима визуализации когнитивных функций

Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора (признаков) на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Классы являются градациями классификационных шкал.

Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации эмпирических закономерностей и эмпирических законов. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека.

Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены белой линией); негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации (обозначены черной линией); средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем в качестве весов наблюдений используется количество информации в значении аргумента о значениях функции) различной степенью редукции или степенью детерминации, которая отражает в графической форме (в форме

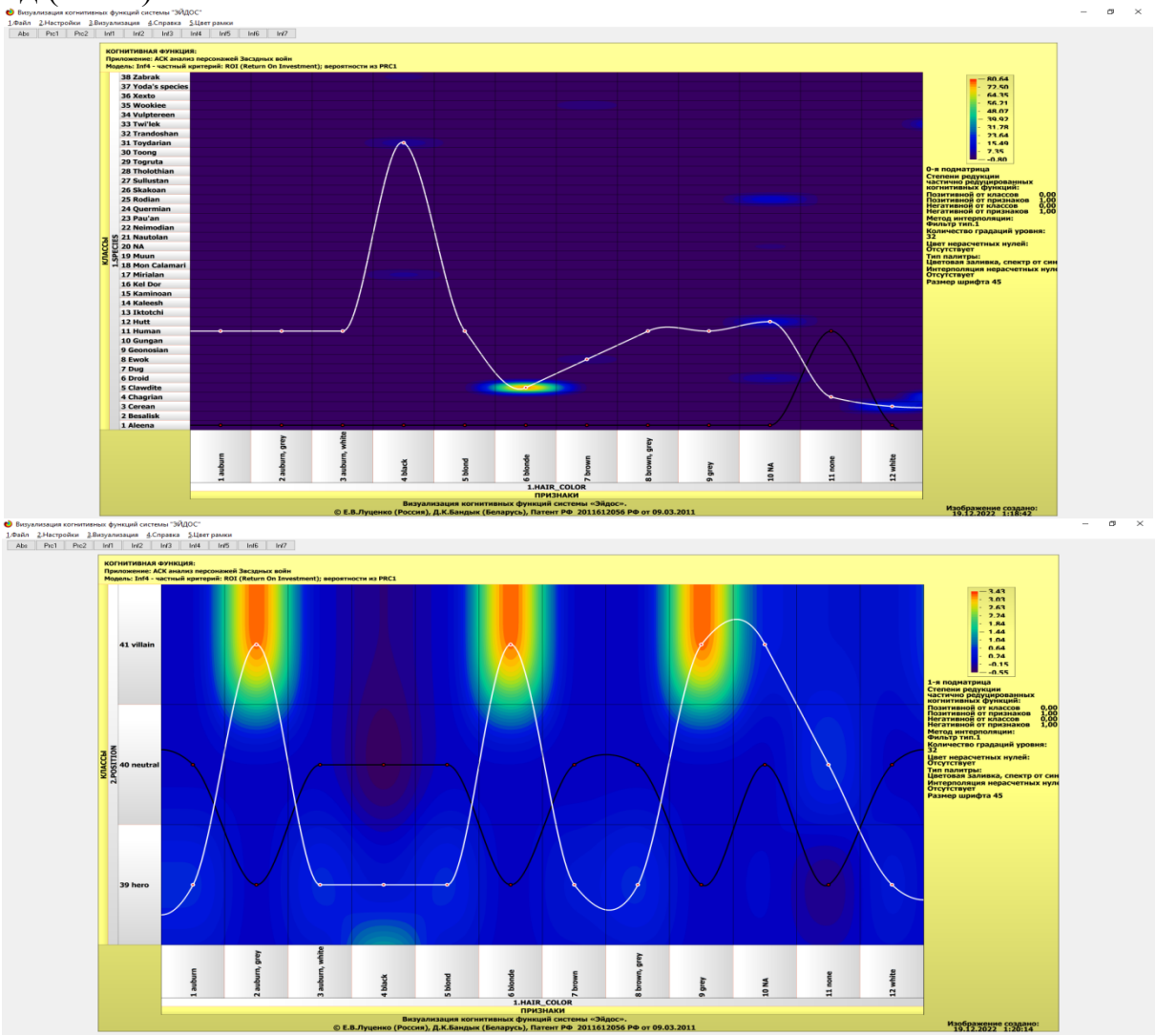
полосы разной толщины) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала.

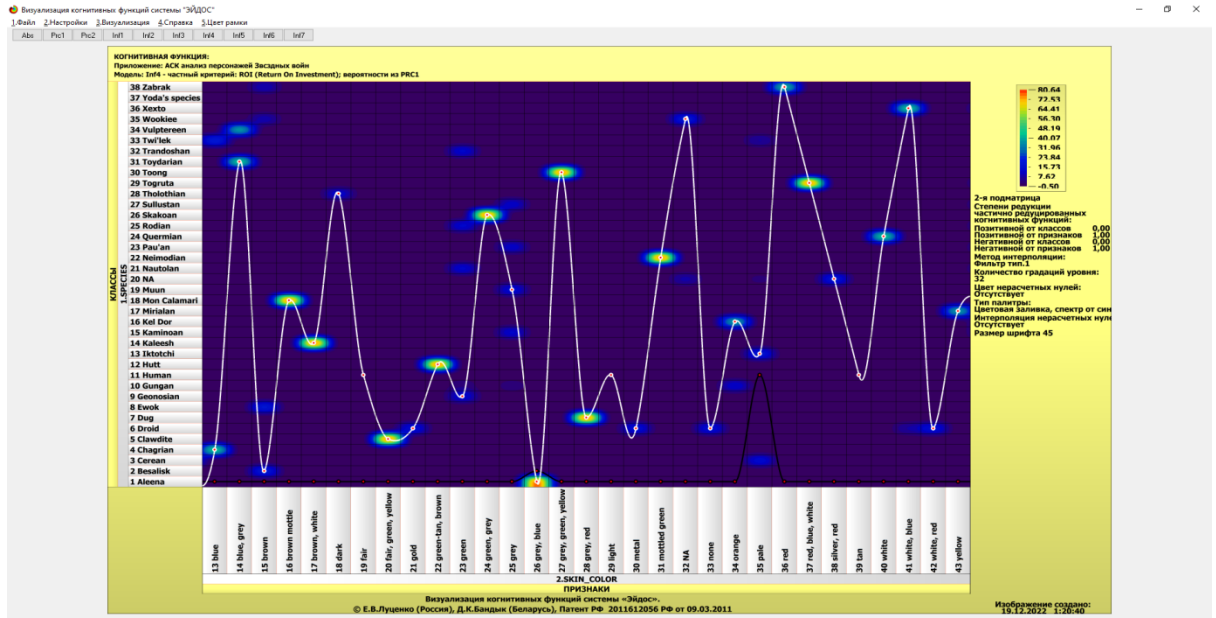
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

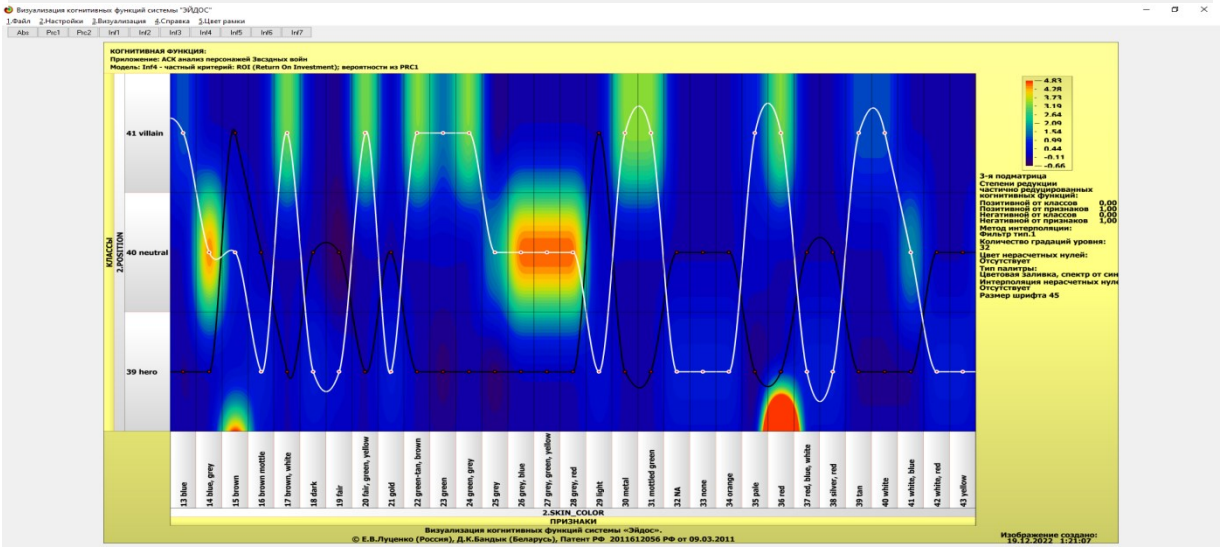
Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос".

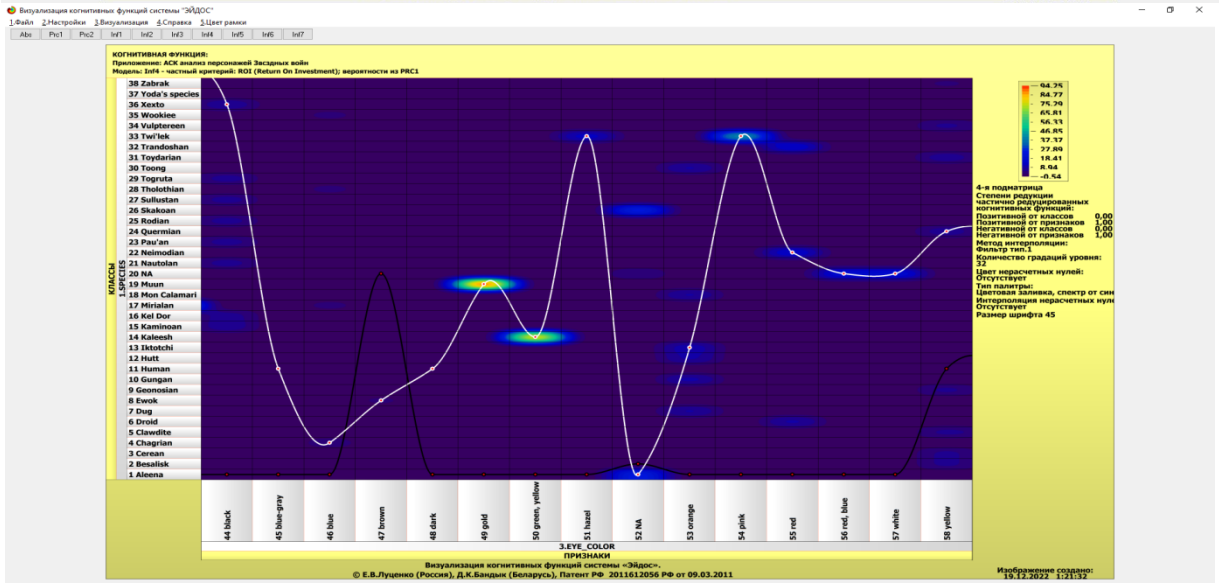
Необходимо отметить, что ***на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений***, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

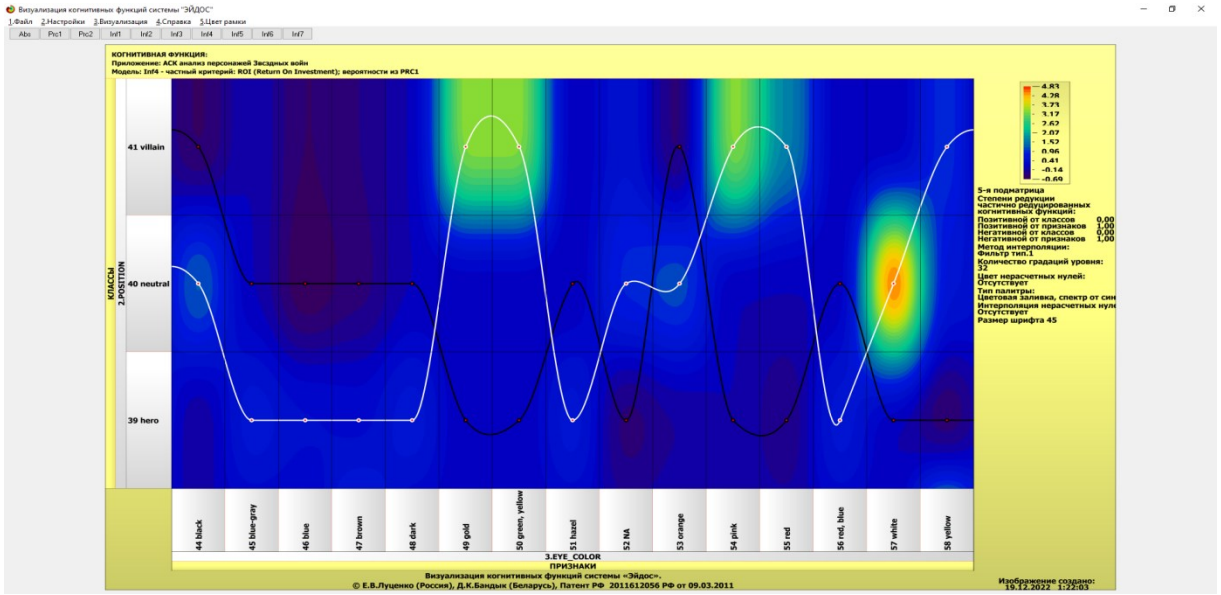
На рисунках 26 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния характеристик персонажей на его вид (класс).

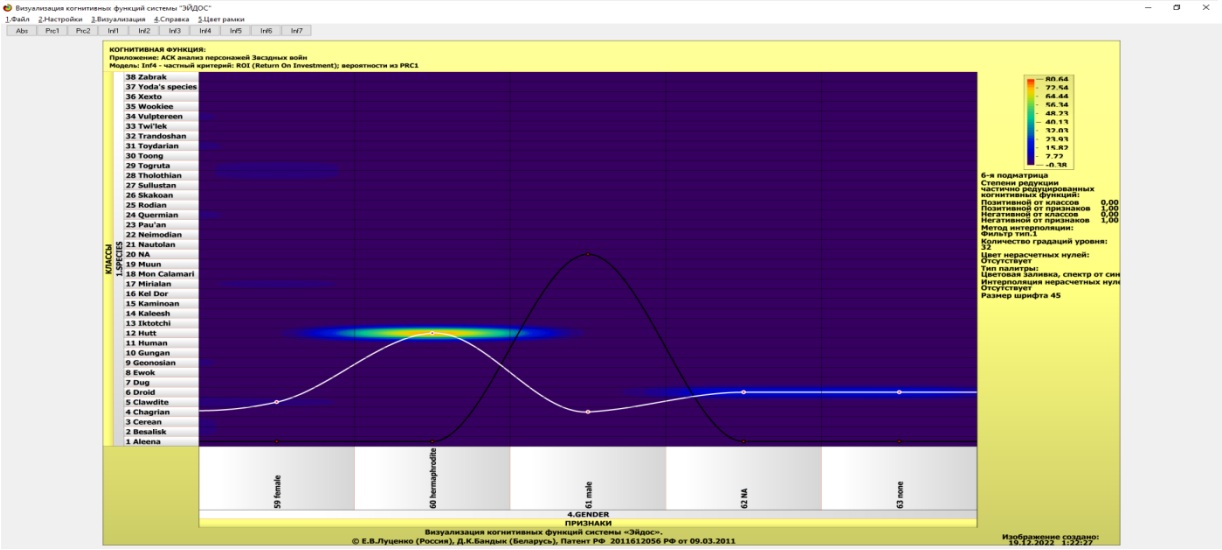


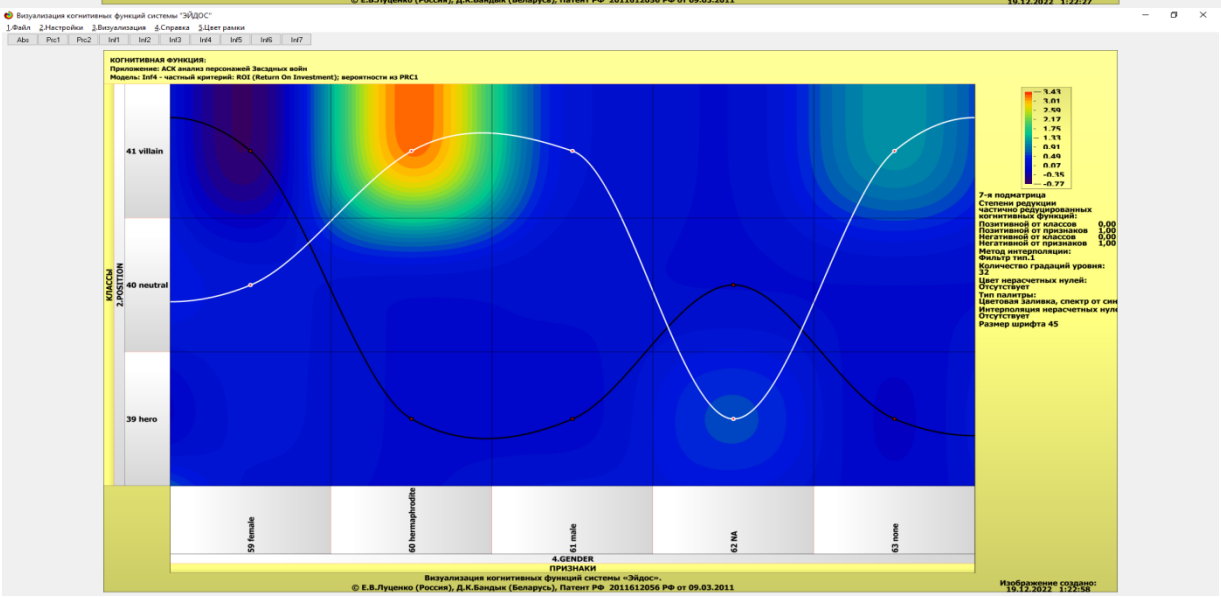

Визуализация когнитивных функций системы "ЭЙДОС"
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК анализ персонажей Засадных войн
Модель: Inf4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
КЛАССЫ 1.SPECIES
38 Zabrak
37 Yoda's species
36 Xexto
35 Wookiee
34 Vulptereen
33 Twi'lek
32 Trandoshan
31 Toydarian
30 Toong
29 Togruta
28 Tholothian
27 Sullustan
26 Skakoan
25 Rodian
24 Quermian
23 Pau'an
22 Neimodian
21 Nautolan
20 NA
19 Muun
18 Mon Calamari
17 Mirialan
16 Kel Dor
15 Kaminoan
14 Kaleesh
13 Iktotchi
12 Hutt
11 Human
10 Gungan
9 Geonosian
8 Ewok
7 Dug
6 Droid
5 Clawdite
4 Chagrian
3 Cerean
2 Besalisk
1 Aleena
13 blue
14 blue, grey
15 brown
16 brown mottle
17 brown, white
18 dark
19 fair
20 fair, green, yellow
21 gold
22 green-tan, brown
23 green
24 green, grey
25 grey
26 grey, blue
27 grey, green, yellow
28 grey, red
29 light
30 metal
31 mottled green
32 NA
33 none
34 orange
35 pale
36 red
37 red, blue, white
38 silver, red
39 tan
40 white
41 white, blue
42 white, red
43 yellow
2.SKIN_COLOR
ПРИЗНАКИ
2-я подматрица
Степени редукции частично редуцированных когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
Изображение создано:
19.12.2022 1:20:40


Визуализация когнитивных функций системы "ЭЙДОС"
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК анализ персонажей Засадных войн
Модель: Inf4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
КЛАССЫ 2.POSITION
41 villain
40 neutral
39 hero
13 blue
14 blue, grey
15 brown
16 brown mottle
17 brown, white
18 dark
19 fair
20 fair, green, yellow
21 gold
22 green-tan, brown
23 green
24 green, grey
25 grey
26 grey, blue
27 grey, green, yellow
28 grey, red
29 light
30 metal
31 mottled green
32 NA
33 none
34 orange
35 pale
36 red
37 red, blue, white
38 silver, red
39 tan
40 white
41 white, blue
42 white, red
43 yellow
2.SKIN_COLOR
ПРИЗНАКИ
3-я подматрица
Степени редукции частично редуцированных когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
Изображение создано:
19.12.2022 1:21:07


Визуализация когнитивных функций системы "ЭЙДОС"
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК анализ персонажей Засадных войн
Модель: Inf4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
КЛАССЫ 1.SPECIES
38 Zabrak
37 Yoda's species
36 Xexto
35 Wookiee
34 Vulptereen
33 Twi'lek
32 Trandoshan
31 Toydarian
30 Toong
29 Togruta
28 Tholothian
27 Sullustan
26 Skakoan
25 Rodian
24 Quermian
23 Pau'an
22 Neimodian
21 Nautolan
20 NA
19 Muun
18 Mon Calamari
17 Mirialan
16 Kel Dor
15 Kaminoan
14 Kaleesh
13 Iktotchi
12 Hutt
11 Human
10 Gungan
9 Geonosian
8 Ewok
7 Dug
6 Droid
5 Clawdite
4 Chagrian
3 Cerean
2 Besalisk
1 Aleena
44 black
45 blue-grey
46 blue
47 brown
48 dark
49 gold
50 green, yellow
51 hazel
52 NA
53 orange
54 pink
55 red
56 red, blue
57 white
58 yellow
3.EYE_COLOR
ПРИЗНАКИ
4-я подматрица
Степени редукции частично редуцированных когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
Изображение создано:
19.12.2022 1:21:32


Визуализация когнитивных функций системы "ЭЙДОС"
1.Файл 2.Настройки 3.Визуализация 4.Справка 5.Цвет рамки
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК анализ персонажей Звездных войн
Модель: Inf4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
41 villain
40 neutral
39 hero
КЛАССЫ
2.POSITION
44 black
45 blue-gray
46 blue
47 brown
48 dark
49 gold
50 green, yellow
51 hazel
52 NA
53 orange
54 pink
55 red
56 red, blue
57 white
58 yellow
3.EYE_COLOR
ПРИЗНАКИ
5-я подматрица
Степени редукции частично редуцированных когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нул
Отсутствует
Размер шрифта 45
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
Изображение создано:
19.12.2022 1:22:03


Визуализация когнитивных функций системы "ЭЙДОС"
1.Файл 2.Настройки 3.Визуализация 4.Справка 5.Цвет рамки
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК анализ персонажей Звездных войн
Модель: Inf4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
38 Zabrak
37 Yoda's species
36 Xexto
35 Wookiee
34 Vulptereen
33 Twi'lek
32 Trandoshan
31 Toydarian
30 Toong
29 Togruta
28 Tholothian
27 Sullustan
26 Skakoan
25 Rodian
24 Quermian
23 Pau'an
22 Neimodian
21 Nautolan
20 NA
19 Muun
18 Mon Calamari
17 Mirialan
16 Kel Dor
15 Kaminoan
14 Kaleesh
13 Iktotchi
12 Hutt
11 Human
10 Gungan
9 Geonosian
8 Ewok
7 Dug
6 Droid
5 Clawdite
4 Chagrian
3 Cerean
2 Besalisk
1 Aleena
КЛАССЫ
1.SPECIES
59 female
60 hermaphrodite
61 male
62 NA
63 none
4.GENDER
ПРИЗНАКИ
6-я подматрица
Степени редукции частично редуцированных когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нул
Отсутствует
Размер шрифта 45
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
Изображение создано:
19.12.2022 1:22:27


Визуализация когнитивных функций системы "ЭЙДОС"
1.Файл 2.Настройки 3.Визуализация 4.Справка 5.Цвет рамки
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК анализ персонажей Звездных войн
Модель: Inf4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
41 villain
40 neutral
39 hero
КЛАССЫ
2.POSITION
59 female
60 hermaphrodite
61 male
62 NA
63 none
4.GENDER
ПРИЗНАКИ
7-я подматрица
Степени редукции частично редуцированных когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нул
Отсутствует
Размер шрифта 45
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
Изображение создано:
19.12.2022 1:22:58

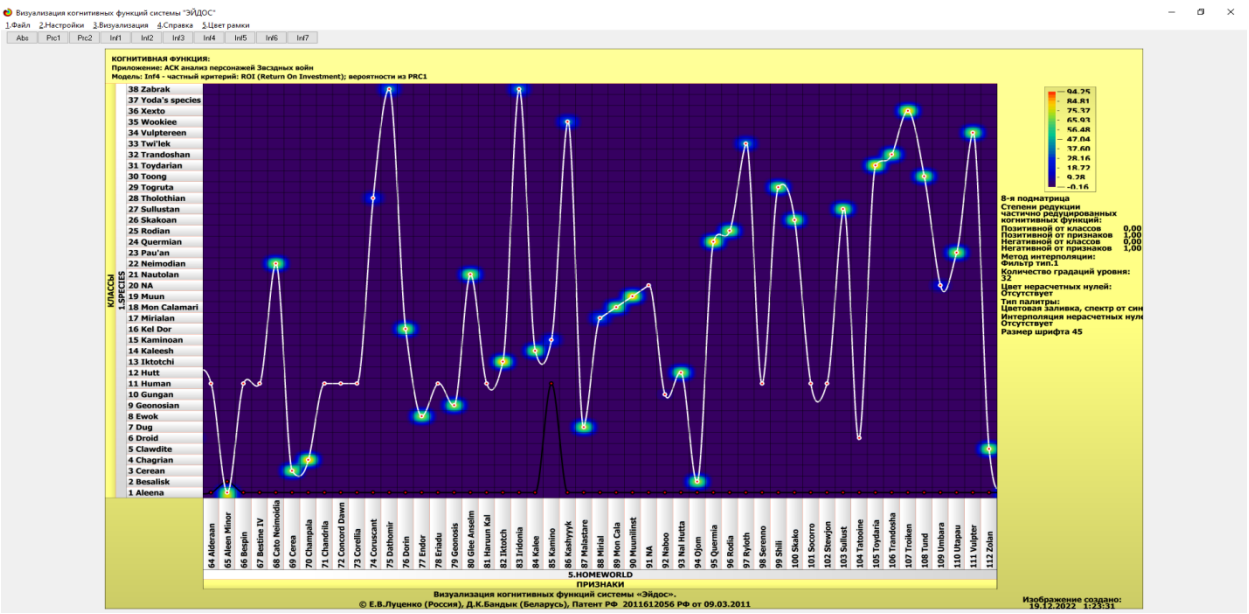


Рисунок 26. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF4, отражающих силу и направление влияния значений характеристик персонажа на его класс

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 26, хорошо видно, что ***зависимости между характеристик персонажа и его классом в основном имеют довольно предсказуемый характер***.

7. Выводы

Как показывает анализ результатов численного эксперимента предложенное и реализованное в системе «Эйдос» решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута, поставленная проблема решена.

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным характеристикам персонажей, изучено влияние характеристик персонажей на эти классы, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №209 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Список литературы

1. Лойко В.И. Подходы к автоматизации процессов управления производством продукции растениеводства / В.И. Лойко, С.А. Курносов, В.В. Ткаченко, Н.А. Ткаченко // Экономико-правовые аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного социохозяйственного развития: сб. стат. междунар. науч.-практ. конф., Сочи, 5-9 октября 2016 г. – М.: НИИ ЭИП2016. С. 128-132.

2. 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

3. 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. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909

4. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСКанализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf 2 у.п.л.

5. 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.

6. 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.

7. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системнокогнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf 1,562 у.п.л.

8. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf 1,562 у.п.л.

9. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online 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

10. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. –

IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf 0,812 у.п.л.

11. Луценко Е.В. Системно-когнитивное моделирование влияния агротехнологий на урожайность и качество пшеницы и решение задач прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования предметной области / Е.В. Луценко, Е.К. Печурина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – №03(147). С. 62 – 128. – IDA [article ID]: 1471903015. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2019/03/pdf/15.pdf 4,188 у.п.л.

12. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online 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.

13. 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

14. Данные для этой работы доступны по этой ссылке: https://www.kaggle.com/datasets/jsphyg/star-wars