УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ Топ-100 песен Spotify за 21 век

Косников Максим Сергеевич, студент факультета ПИ, группы ИТ2104 mayden1127@yandex.ru

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

Целью данной работы является изучение характеристик топ-100 песен Spotify за 21 век. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++», а также получить зачет. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системнокогнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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

Automated systemic cognitive analysis analysis of the top 100 songs on Spotify for 21 century

Kosnikov Maksim Sergeevich, student of the faculty of PI, group IT2105 mayden1127@yandex.ru

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

The aim of this work is to study the characteristics of Spotify's top 100 songs for 21 century. Achieving this is of great personal interest. For us, this will allow us to gain knowledge in the work with the universal cognitive analytical system "Eidos-HI" as well as get credit. To achieve this goal, Automated System and Cognitive Analysis (ASC-Analysis) and its software toolkit, the Eidos intelligent system, are used.

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

Введение **Целью** данной работы является изучение характеристик топ-100 песен Spotify за 21 век.

Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++».

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 системнокогнитивных 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 299, 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

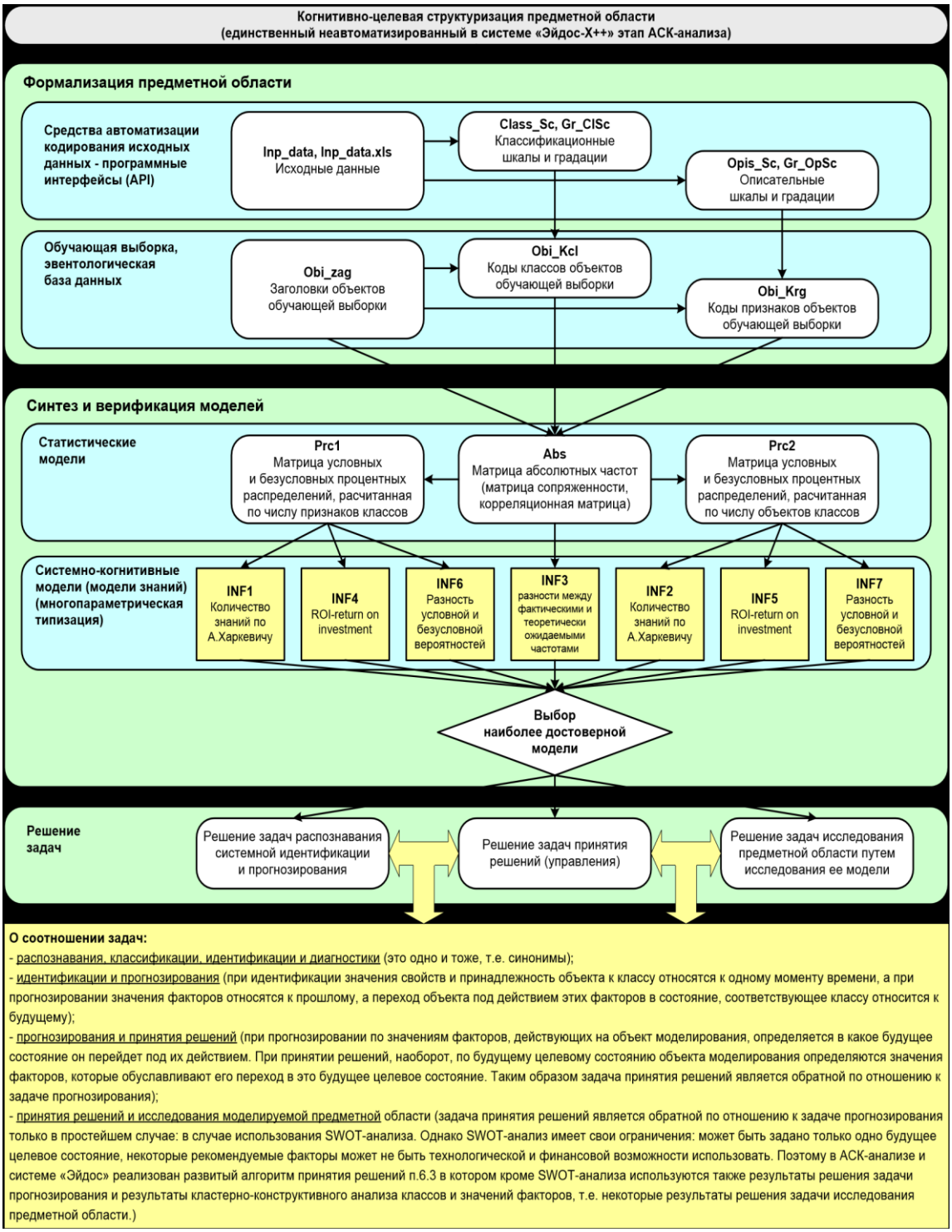
данные и тем самым преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

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.

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос», повышение уровня системности данных, информации и знаний, повышение уровня системности моделей работы (рисунок 1):



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 популярность, а в качестве факторов, влияющих на популярность – ее жанр, BPM, энергия, танцевальность, громкость, живучесть, длительность, акустика, речь:

Классификационная шкала		Описательные шкалы	
Код	Наименование	Код	Наименование
1	Popularity	1	genre
		2	BPM
		3	energy
		4	danceability
		5	loudness
		6	liveness
		7	length
		8	acousticness
		9	speechiness

<u>Задача 2</u>: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены из Spotify.

Obj	Track.Name	Artist.Name	Genre	Beats.Per.I	Energy	Danceabilit	Loudness..	Liveness	Valence.	Length.	Acousticne	Speechines	Popularity
1	Sunrise	Norah Jones	adult standards	157	30	53	-14	11	68	201	94	3	71
2	Black Night	Deep Purple	album rock	135	79	50	-11	17	81	207	17	7	39
3	Clint Eastwood	Gorillaz	alternative hip hop	168	69	66	-9	7	52	341	2	17	69
4	The Pretender	Foo Fighters	alternative metal	173	96	43	-4	3	37	269	0	4	76
5	Waitin' On A Sunny Da	Bruce Springsteen	classic rock	106	82	58	-5	10	87	256	1	3	59
6	The Road Ahead (Miles	City To City	alternative pop rock	99	46	54	-9	14	14	247	0	2	45
7	She Will Be Loved	Maroon 5	pop	102	71	71	-6	13	54	257	6	3	74
8	Knights of Cydonia	Muse	modern rock	137	96	37	-5	12	21	366	0	14	69
9	Mr. Brightside	The Killers	modern rock	148	92	36	-4	10	23	223	0	8	77
10	Without Me	Eminem	detroit hip hop	112	67	91	-3	24	66	290	0	7	82
11	Love Me Tender	Elvis Presley	adult standards	109	5	44	-16	11	31	162	88	4	49
12	Seven Nation Army	The White Stripes	alternative rock	124	46	74	-8	26	32	232	1	8	74
13	Als Het Golft	De Dijk	dutch indie	102	88	54	-6	53	59	214	2	3	34
14	I'm going home	Ten Years After	album rock	117	93	38	-2	81	40	639	18	10	26
15	Fluorescent Adolescen	Arctic Monkeys	garage rock	112	81	65	-5	14	82	173	0	3	66
16	Zonder Jou	Paul de Leeuw	dutch cabaret	133	42	42	-10	16	25	236	84	4	48
17	Speed of Sound	Coldplay	permanent wave	123	90	52	-7	7	36	288	0	6	69
18	Uninvited	Alanis Morissette	alternative rock	127	54	38	-5	9	19	276	2	3	57
19	Music	John Miles	classic uk pop	87	31	27	-13	63	12	352	1	3	46
20	Cry Me a River	Justin Timberlake	dance pop	74	65	62	-7	10	56	288	57	18	74
21	Fix You	Coldplay	permanent wave	138	42	21	-9	11	12	296	16	3	81
22	The Cave	Mumford & Sons	modern folk rock	142	51	60	-10	11	35	218	5	4	67
23	Als De Morgen Is Gekc	Jan Smit	dutch pop	96	89	63	-6	9	81	176	5	3	55
24	Somebody Told Me	The Killers	modern rock	138	99	51	-3	12	65	197	0	9	69
25	Dichterbij Dan Ooit	BL?F	dutch pop	112	74	65	-7	23	52	261	18	3	16
26	Miracle	Ilse DeLange	dutch americana	130	48	55	-8	10	18	270	48	3	50
27	Smokers Outside the H	Editors	alternative dance	123	68	53	-4	12	55	298	0	4	56
28	Cleanin' Out My Closet	Eminem	detroit hip hop	148	76	91	-5	8	87	298	7	17	71
29	Der Weg	Herbert Gr?nemeyer	german pop	142	24	34	-11	12	19	259	92	4	48
30	7 Seconds (feat. Neneh	Youssou N'Dour	afropop	154	70	68	-10	33	51	306	8	3	59
31	The Scientist	Coldplay	permanent wave	146	44	56	-7	11	21	310	73	2	84
32	Big Log - 2006 Remaste	Robert Plant	album rock	181	59	56	-9	20	68	306	32	3	57
33	Chasing Pavements	Adele	british soul	80	47	62	-6	11	33	211	31	3	63
34	Don't Know Why	Norah Jones	adult standards	88	20	73	-12	7	62	186	88	3	74
35	Tears Dry On Their Ow	Amy Winehouse	british soul	122	87	64	-3	29	45	185	49	12	72
36	The Eyes of Jenny	Sandy Coast	classic uk pop	119	53	68	-12	8	68	264	34	4	44
37	Iris	The Goo Goo Dolls	alternative rock	156	79	29	-6	8	51	290	0	4	75
38	The Saints Are Coming	U2	irish rock	152	81	32	-7	15	12	202	8	5	40
39	All My Life	Foo Fighters	alternative metal	168	60	58	-6	48	65	263	0	5	72
40	De Weg	Guus Meeuwis	dutch pop	72	21	46	-11	11	26	266	91	3	42
41	Don't Let Me Be Misun	Santa Esmeralda	disco	118	82	67	-9	5	78	629	3	8	59
42	Traffic - Radio Edit	Ti?sto	big room	138	64	71	-10	19	10	177	0	9	53
43	Take Me Out	Franz Ferdinand	alternative rock	105	68	28	-9	14	49	237	0	4	74
44	American Idiot	Green Day	modern rock	186	99	38	-2	37	77	176	0	6	78
45	Breaking the Habit	Linkin Park	alternative metal	100	85	58	-5	9	58	197	11	3	65
46	Come Undone	Robbie Williams	dance pop	168	57	38	-5	35	26	278	4	3	56
47	Sweet Jane	Lou Reed	art rock	115	46	83	-10	70	88	331	48	6	43
48	Run	Snow Patrol	irish rock	75	64	37	-6	17	20	355	0	3	65
49	You're The First, The La	Barry White	,adult standards	131	72	64	-7	14	80	213	1	4	67
50	The Day After Tomorro	Saybia	danish pop rock	76	77	46	-5	14	35	234	1	3	51

51	Just Breathe	Pearl Jam	alternative rock	108	35	47	-11	8	28	216	72	3	69
52	Dansen Aan Zee	BL?F	dutch pop	194	43	35	-11	10	26	275	16	3	52
53	Goodbye My Lover	James Blunt	neo mellow	90	26	43	-13	9	27	259	95	5	69
54	The Unforgiven III	Metallica	alternative metal	122	77	30	-3	12	9	467	0	3	52
55	Hurt	Christina Aguilera	dance pop	149	30	33	-7	11	14	243	78	3	67
56	Grounds for Divorce	Elbow	britpop	92	76	52	-5	57	63	219	42	3	43
57	Sometimes You Can't N	U2	irish rock	96	60	53	-6	11	35	305	0	2	57
58	Listen (From the Motio	Beyonc	dance pop,	123	59	48	-5	18	20	218	27	5	44
59	I Want It That Way	Backstreet Boys	boy band	99	70	69	-6	16	48	214	22	3	77
60	Goin To The Run	Golden Earring	album rock	124	59	47	-8	28	18	236	42	3	38
61	De Neus Umhoeg	Rowwen H?ze	carnaval limburg	132	41	62	-14	10	51	215	7	3	32
62	Solitary Man	Johnny Cash	arkansas country	86	56	44	-7	25	70	144	35	3	47
63	Smoorverliefd	Doe Maar	dutch cabaret	166	75	70	-9	19	91	195	13	10	48
64	Me Gustas Tu	Manu Chao	latin alternative	176	74	66	-7	22	91	240	66	8	70
65	Kryptonite	3 Doors Down	alternative metal	99	87	55	-6	17	54	234	1	3	77
66	Crazy	Seal	british soul	103	86	63	-7	7	73	357	21	5	63
67	Family Portrait	P!nk	dance pop	92	69	76	-5	57	73	297	3	5	56
68	In The Army Now	Status Quo	album rock	105	73	68	-8	14	94	281	11	2	59
69	I Surrender	Saybia	danish pop rock	136	43	28	-7	6	7	219	28	3	55
70	Maybe Tomorrow	Stereophonics	britpop	81	65	50	-7	33	57	273	22	4	64
71	Make You Feel My Lov	Adele	british soul	77	18	55	-11	11	9	212	89	3	73
72	No One Knows	Queens of the Stone A	alternative metal	171	58	51	-5	37	67	279	3	6	65
73	Where Do You Go To (M	Peter Sarstedt	british folk	183	44	56	-8	12	44	288	29	3	58
74	The Wild Rover	The Dubliners	celtic	178	68	30	-8	43	77	249	83	25	46
75	Little Lion Man	Mumford & Sons	modern folk rock	139	48	52	-8	9	46	247	3	3	67
76	Dirty Diana	Michael Jackson	pop	131	80	75	-5	42	37	281	24	5	55
77	Ne me quitte pas	Jacques Brel	chanson	101	24	42	-11	19	30	229	82	5	58
78	Sad Man's Tongue	Volbeat	alternative metal	110	96	43	-4	17	56	186	0	4	57
79	Wat Zou Je Doen - Live	Marco Borsato	dutch cabaret	104	92	66	-6	61	46	229	38	17	30
80	One Day Like This	Elbow	britpop	159	67	43	-6	14	38	394	9	3	45
81	Bagagedrager	Spinvis	dutch indie	160	71	50	-8	43	33	375	8	5	45
82	W?r Bisto	Twarres	dutch pop	88	32	52	-11	9	18	226	33	2	48
83	Only Time	Enya	celtic	83	25	42	-14	11	21	219	84	3	70
84	Sorry Seems To Be The	Blue	boy band	79	60	56	-7	38	44	210	18	3	58
85	Self Esteem	The Offspring	alternative metal	105	91	46	-4	36	61	258	2	6	72
86	Aanzoek Zonder Ringe	BL?F	dutch pop	160	85	55	-8	32	46	283	2	4	42
87	Modern World	Anouk	dutch indie	120	76	70	-5	13	68	210	12	6	42
88	Rosie	Claw Boys Claw	dutch indie	100	55	59	-12	11	64	264	47	3	43
89	This Is Not America - 2(	David Bowie	album rock	115	67	72	-12	5	65	231	6	4	43
90	Times Like These	Foo Fighters	alternative metal	145	91	38	-4	24	27	266	0	9	65
91	De Vondeling Van Ame	Boudewijn de Groot	dutch indie	110	35	39	-10	11	16	306	67	3	19
92	I'm Gonna Be (500 Mil	The Proclaimers	celtic rock	132	55	85	-5	8	81	219	15	4	74
93	Afscheid Nemen Besta	Marco Borsato	dutch cabaret	128	40	40	-9	9	22	240	3	3	49
94	Blauwe Ruis	BL?F	dutch pop	130	70	52	-7	13	35	268	4	4	41
95	Limburg - Live	Rowwen H?ze	carnaval limburg	157	93	23	-5	93	28	403	29	17	32
96	21 Guns	Green Day	modern rock	160	74	27	-5	63	42	321	5	4	75
97	Valerie (feat. Amy Wir	Mark Ronson	dance pop	106	84	70	-5	12	89	219	0	5	62
98	Blaosmuziek	G? Reinders	carnaval limburg	61	13	27	-14	33	18	232	94	4	38
99	Binnen	Marco Borsato	dutch cabaret	92	90	50	-7	15	67	275	1	6	30
100	Live at MTV Unplugge	Eric Clapton	album rock	94	52	56	-12	94	64	289	32	5	70

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.

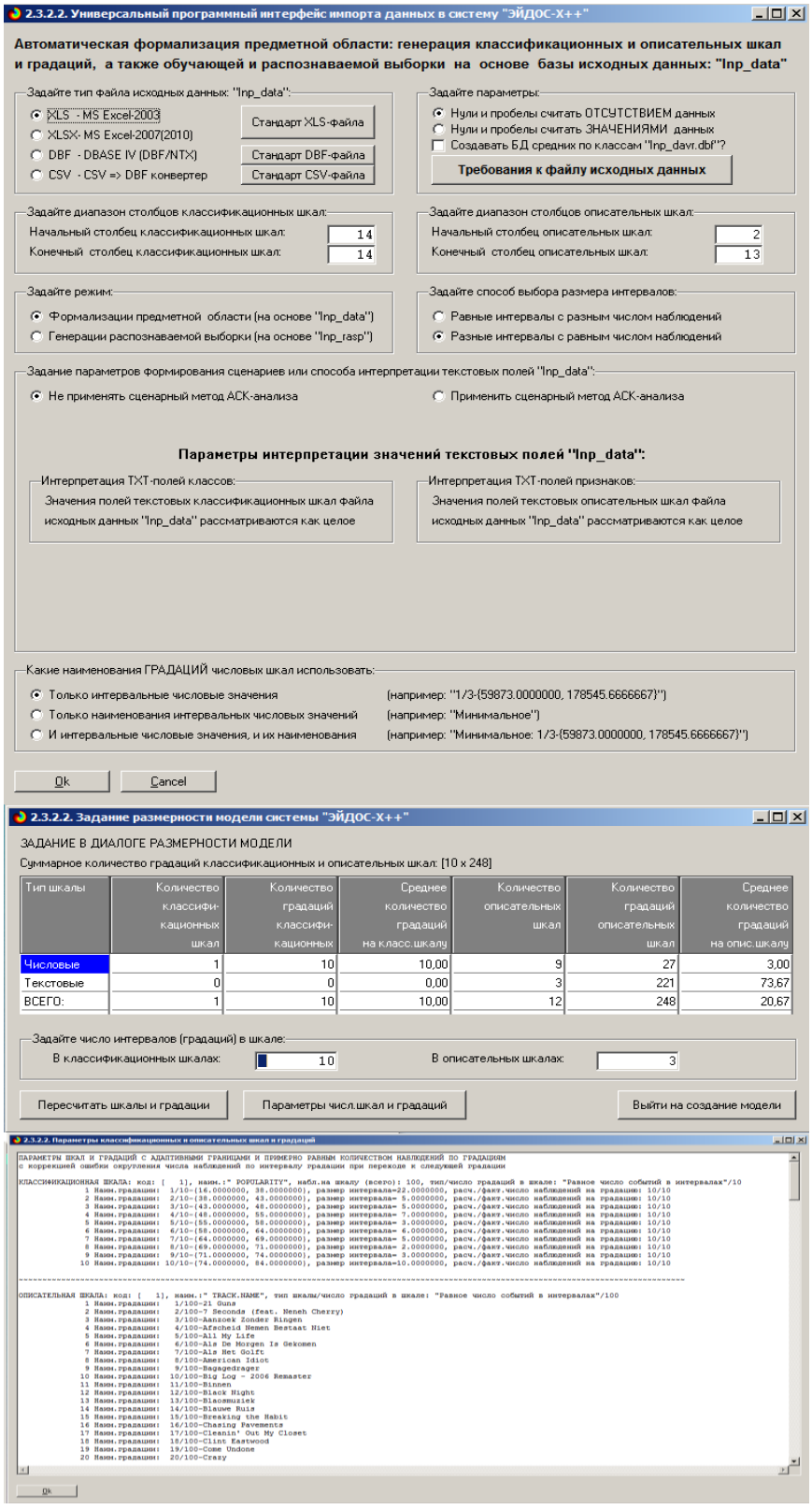


Рисунок 3. Экранные форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа.

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.

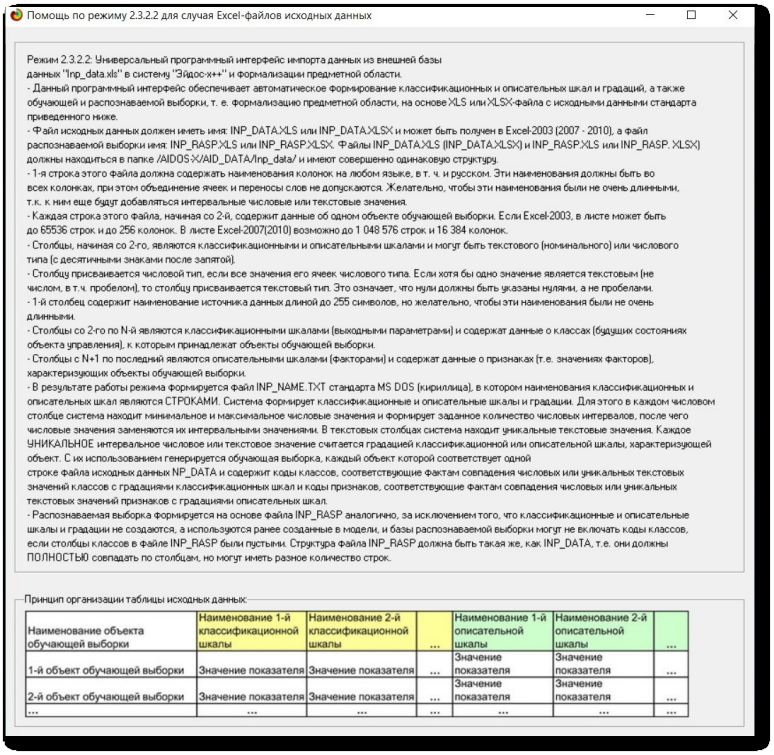


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 10 (таблица 3) и 10 описательных шкал с суммарным числом градаций 248 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка:

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации

Код	Название
1	1/10-{16.0000000, 38.0000000}
2	2/10-{38.0000000, 43.0000000}
3	3/10-{43.0000000, 48.0000000}
4	4/10-{38.0000000, 55.0000000}
5	5/10-{55.0000000, 58.0000000}
6	6/10-{58.0000000, 64.0000000}
7	7/10-{64.0000000, 69.0000000}
8	7/10-{69.0000000, 71.0000000}
9	7/10-{71.0000000, 74.0000000}
10	7/10-{74.0000000, 84.0000000}

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации

Код	Название
1	1/100-21 Guns
2	2/100-7 Seconds (feat. Neneh Cherry)
3	3/100-Aanzoek Zonder Ringen
4	4/100-Afscheid Nemen Bestaat Niet
5	5/100-All My Life
6	6/100-Als De Morgen Is Gekomen
7	7/100-Als Het Golft
8	8/100-American Idiot
9	9/100-Bagagedrager
10	10/100-Big Log - 2006 Remaster
11	11/100-Binnen
12	12/100-Black Night
13	13/100-Blaosmuziek
14	14/100-Blauwe Ruis
15	15/100-Breaking the Habit
16	16/100-Chasing Pavements
17	17/100-Cleanin' Out My Closet
18	18/100-Clint Eastwood
19	19/100-Come Undone
20	20/100-Crazy
21	21/100-Cry Me a River
22	22/100-Dansen Aan Zee
23	23/100-De Neus Umhoeg
24	24/100-De Vondeling Van Ameland
25	25/100-De Weg
26	26/100-Der Weg
27	27/100-Dichterbij Dan Ooit
28	28/100-Dirty Diana
29	29/100-Don't Know Why
30	30/100-Don't Let Me Be Misunderstood
31	31/100-Family Portrait
32	32/100-Fix You
33	33/100-Fluorescent Adolescent
34	34/100-Goin To The Run
35	35/100-Goodbye My Lover
36	36/100-Grounds for Divorce
37	37/100-Hurt
38	38/100-I'm going home
39	39/100-I'm Gonna Be (500 Miles)
40	40/100-I Surrender
41	41/100-I Want It That Way
42	42/100-In The Army Now
43	43/100-Iris
44	44/100-Just Breathe

45	45/100-Knights of Cydonia
46	46/100-Kryptonite
47	47/100-Limburg - Live
48	48/100-Listen (From the Motion Picture "Dreamgirls")
49	49/100-Little Lion Man
50	50/100-Live at MTV Unplugged
51	51/100-Love Me Tender
52	52/100-Make You Feel My Love
53	53/100-Maybe Tomorrow
54	54/100-Me Gustas Tu
55	55/100-Miracle
56	56/100-Modern World
57	57/100-Mr. Brightside
58	58/100-Music
59	59/100-Ne me quitte pas
60	60/100-No One Knows
61	61/100-One Day Like This
62	62/100-Only Time
63	63/100-Rosie
64	64/100-Run
65	65/100-Sad Man's Tongue
66	66/100-Self Esteem
67	67/100-Seven Nation Army
68	68/100-She Will Be Loved
69	69/100-Smokers Outside the Hospital Doors
70	70/100-Smoorverliefd
71	71/100-Solitary Man
72	72/100-Somebody Told Me
73	73/100-Sometimes You Can't Make It On Your Own
74	74/100-Sorry Seems To Be The Hardest Word
75	75/100-Speed of Sound
76	76/100-Sunrise
77	77/100-Sweet Jane
78	78/100-Take Me Out
79	79/100-Tears Dry On Their Own
80	80/100-The Cave
81	81/100-The Day After Tomorrow
82	82/100-The Eyes of Jenny
83	83/100-The Pretender
84	84/100-The Road Ahead (Miles Of The Unknown)
85	85/100-The Saints Are Coming
86	86/100-The Scientist
87	87/100-The Unforgiven III
88	88/100-The Wild Rover
89	89/100-This Is Not America - 2002 Remaster
90	90/100-Times Like These
91	91/100-Traffic - Radio Edit
92	92/100-Uninvited
93	93/100-Valerie (feat. Amy Winehouse) - Version Revisited
94	94/100-W?r Bisto
95	95/100-Waitin' On A Sunny Day
96	96/100-Wat Zou Je Doen - Live
97	97/100-Where Do You Go To (My Lovely) - Re-Recorded
98	98/100-Without Me
99	99/100-You're The First, The Last, My Everything
100	100/100-Zonder Jou
101	1/81-3 Doors Down
102	2/81-Adele
103	3/81-Alanis Morissette
104	4/81-Amy Winehouse
105	5/81-Anouk
106	6/81-Arctic Monkeys
107	7/81-Backstreet Boys

108	8/81-Barry White
109	9/81-Beyonc
110	10/81-BL?F
111	11/81-Blue
112	12/81-Boudewijn de Groot
113	13/81-Bruce Springsteen
114	14/81-Christina Aguilera
115	15/81-City To City
116	16/81-Claw Boys Claw
117	17/81-Coldplay
118	18/81-David Bowie
119	19/81-De Dijk
120	20/81-Deep Purple
121	21/81-Doe Maar
122	22/81-Editors
123	23/81-Elbow
124	24/81-Elvis Presley
125	25/81-Eminem
126	26/81-Enya
127	27/81-Eric Clapton
128	28/81-Foo Fighters
129	29/81-Franz Ferdinand
130	30/81-G? Reinders
131	31/81-Golden Earring
132	32/81-Gorillaz
133	33/81-Green Day
134	34/81-Guus Meeuwis
135	35/81-Herbert Gr?nemeyer
136	36/81-Ilse DeLange
137	37/81-Jacques Brel
138	38/81-James Blunt
139	39/81-Jan Smit
140	40/81-John Miles
141	41/81-Johnny Cash
142	42/81-Justin Timberlake
143	43/81-Linkin Park
144	44/81-Lou Reed
145	45/81-Manu Chao
146	46/81-Marco Borsato
147	47/81-Mark Ronson
148	48/81-Maroon 5
149	49/81-Metallica
150	50/81-Michael Jackson
151	51/81-Mumford & Sons
152	52/81-Muse
153	53/81-Norah Jones
154	54/81-P!nk
155	55/81-Paul de Leeuw
156	56/81-Pearl Jam
157	57/81-Peter Sarstedt
158	58/81-Queens of the Stone Age
159	59/81-Robbie Williams
160	60/81-Robert Plant
161	61/81-Rowwen H?ze
162	62/81-Sandy Coast
163	63/81-Santa Esmeralda
164	64/81-Saybia
165	65/81-Seal
166	66/81-Snow Patrol
167	67/81-Spinvis
168	68/81-Status Quo
169	69/81-Stereophonics
170	70/81-Ten Years After

171	71/81-The Dubliners
172	72/81-The Goo Goo Dolls
173	73/81-The Killers
174	74/81-The Offspring
175	75/81-The Proclaimers
176	76/81-The White Stripes
177	77/81-Ti?sto
178	78/81-Twarres
179	79/81-U2
180	80/81-Volbeat
181	81/81-Youssou N'Dour
182	1/40-,adult standards
183	2/40-adult standards
184	3/40-afropop
185	4/40-album rock
186	5/40-alternative dance
187	6/40-alternative hip hop
188	7/40-alternative metal
189	8/40-alternative pop rock
190	9/40-alternative rock
191	10/40-arkansas country
192	11/40-art rock
193	12/40-big room
194	13/40-boy band
195	14/40-british folk
196	15/40-british soul
197	16/40-britpop
198	17/40-carnaval limburg
199	18/40-celtic
200	19/40-celtic rock
201	20/40-chanson
202	21/40-classic rock
203	22/40-classic uk pop
204	23/40-dance pop
205	24/40-dance pop,
206	25/40-danish pop rock
207	26/40-detroit hip hop
208	27/40-disco
209	28/40-dutch americana
210	29/40-dutch cabaret
211	30/40-dutch indie
212	31/40-dutch pop
213	32/40-garage rock
214	33/40-german pop
215	34/40-irish rock
216	alternative
217	36/40-modern folk rock
218	37/40-modern rock
219	38/40-neo mellow
220	39/40-permanent wave
221	40/40-pop
222	1/3-{ 61.0000000, 105.0000000}
223	2/3-{105.0000000, 135.0000000}
224	3/3-{135.0000000, 194.0000000}
225	1/3-{ 5.0000000, 54.0000000}
226	2/3-{54.0000000, 74.0000000}
227	3/3-{74.0000000, 99.0000000}
228	1/3-{21.0000000, 44.0000000}
229	2/3-{44.0000000, 58.0000000}
230	3/3-{58.0000000, 91.0000000}
231	1/3-{-16.0000000, -9.0000000}
232	2/3-{ -9.0000000, -6.0000000}
233	3/3-{ -6.0000000, -2.0000000}

234	1/3-{ 3.0000000, 11.0000000}
235	2/3-{11.0000000, 19.0000000}
236	3/3-{19.0000000, 94.0000000}
237	1/3-{ 7.0000000, 31.0000000}
238	2/3-{31.0000000, 58.0000000}
239	3/3-{58.0000000, 94.0000000}
240	1/3-{144.0000000, 226.0000000}
241	2/3-{226.0000000, 275.0000000}
242	3/3-{275.0000000, 639.0000000}
243	1/3-{ 1.0000000, 7.0000000}
244	244 2/3-{ 7.0000000, 33.0000000}
245	245 3/3-{33.0000000, 95.0000000}
246	246 1/3-{ 2.0000000, 3.0000000}
247	247 2/3-{ 3.0000000, 5.0000000}
248	248 3/3-{ 5.0000000, 25.0000000}

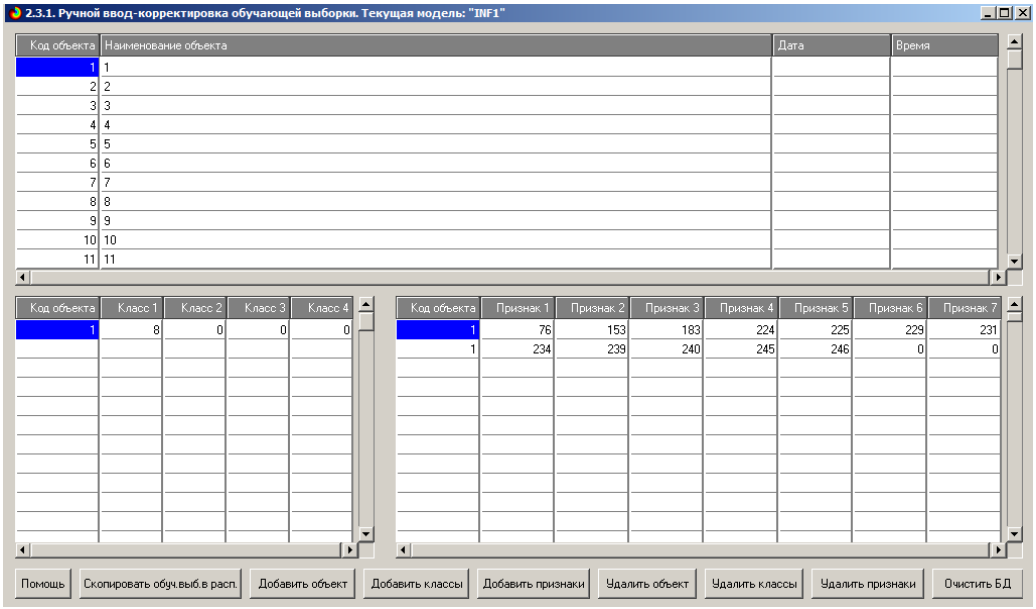


Рисунок 4. Обучающая выборка (фрагмент)

<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).

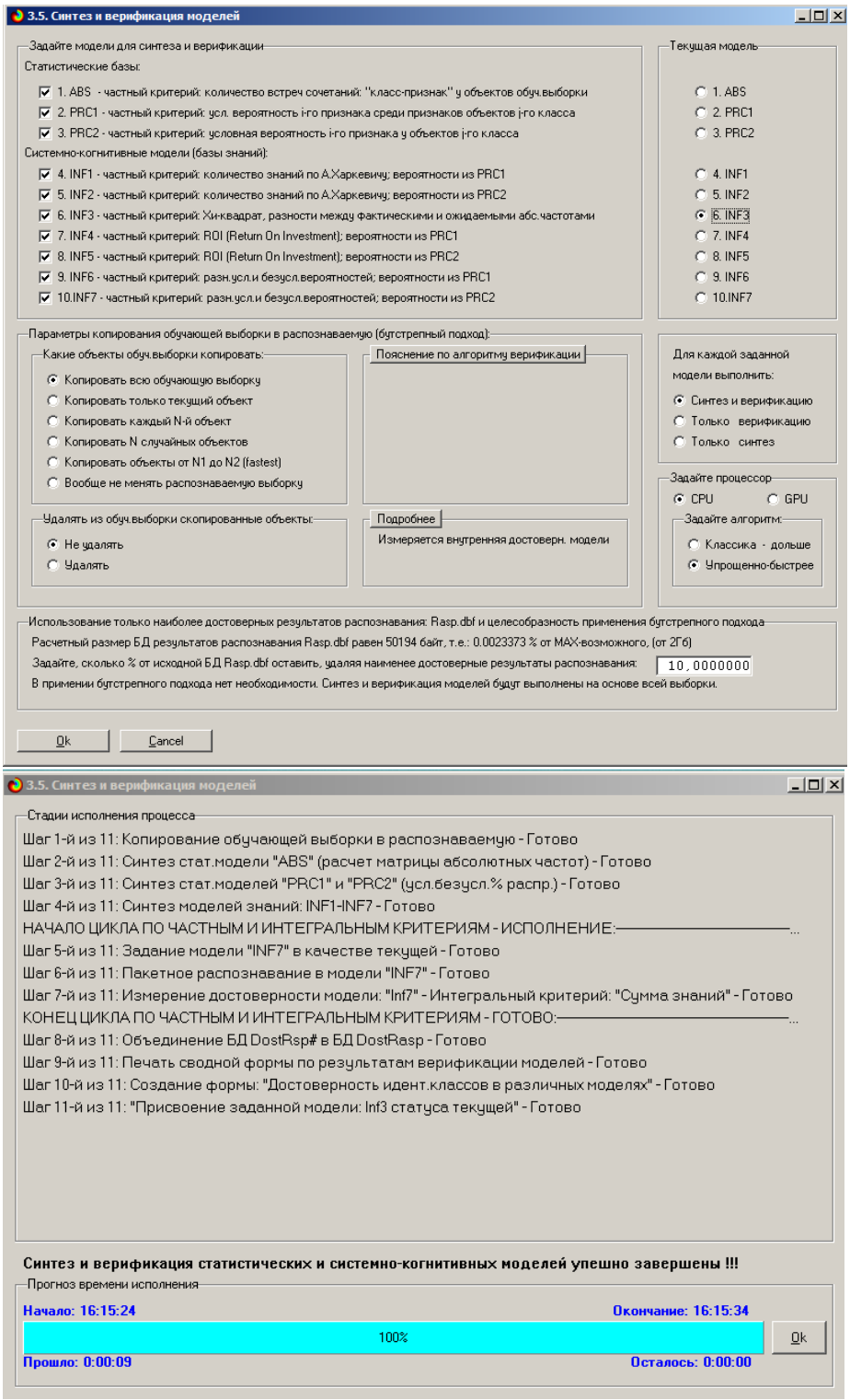


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 9 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался центральный процессор (CPU). На графическом процессоре (GPU) выполнение этих операций занимает значительно меньшее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз быстрее). 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:

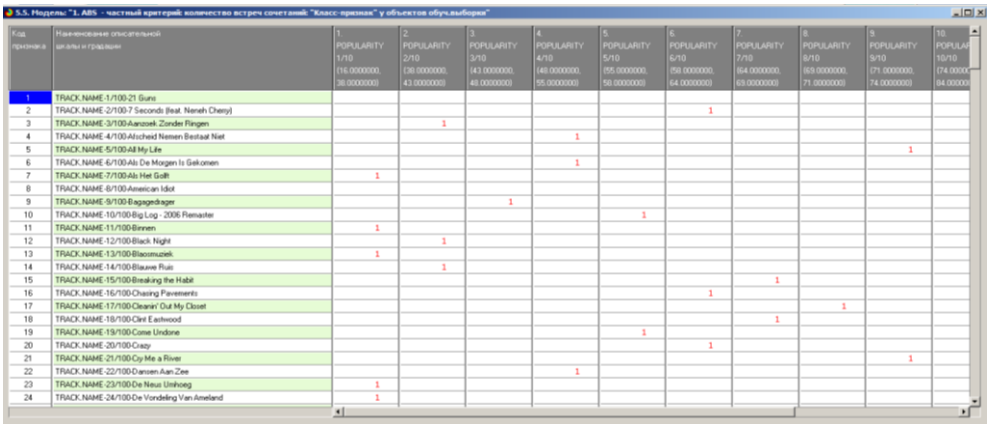


Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

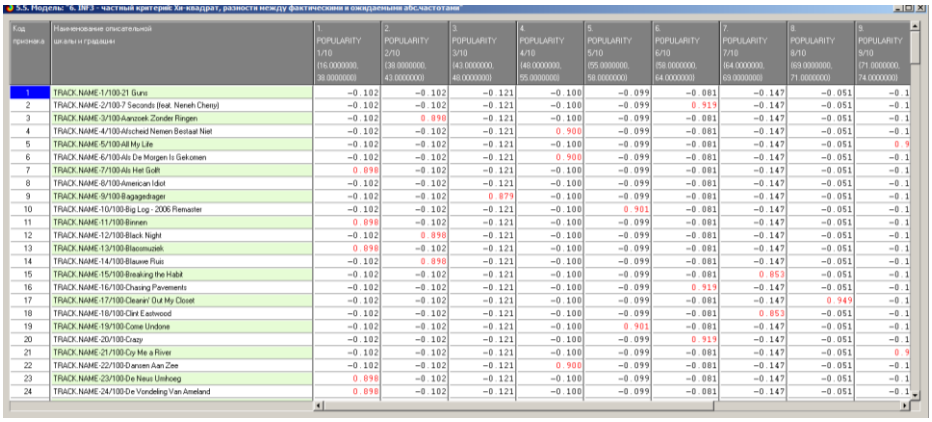


Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

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).

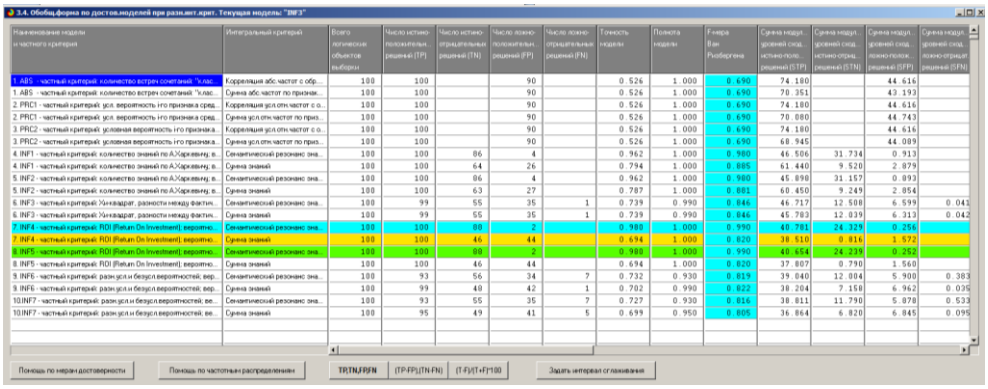


Рисунок 8. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1-критерию проф. Е.В.Луценко

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модель INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний» (F=0,939 при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной
(L1=0,986 при максимуме 1,000), что является хорошим результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости популярностью песни и ее характеристиками.

На рисунке 9 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации характеристик музыкальных композиций в СК-модели INF3 по данным обучающей выборки:

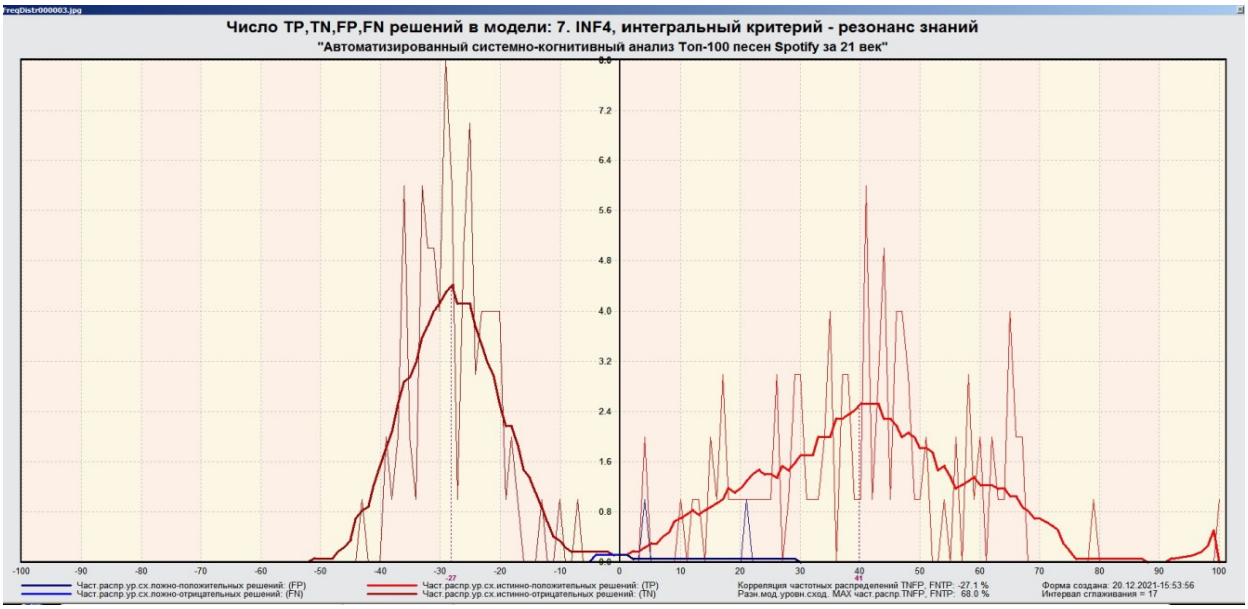


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf4

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

Левое распределение, большее по амплитуде включает истинно отрицательные и ложноположительные 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 композиции по его характеристикам и другие задачи.

Видно, что для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений, причем при уровнях различия больше примерно 5% ложные отрицательные решения вообще практически отсутствуют.

Видно также, что для положительных решений картина более сложная и включает 3 диапазона уровней сходства

1) при уровнях сходства от 0% до 30% количество ложных решений больше числа истинных;

2) при уровнях сходства от 30% до примерно 42% есть и истинные и ложные положительные решения, но число истинных решений больше числа ложных и доля истинных решений возрастает при увеличении уровня сходства;

3) при уровнях сходства выше 42% ложные положительные решения не встречаются.

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

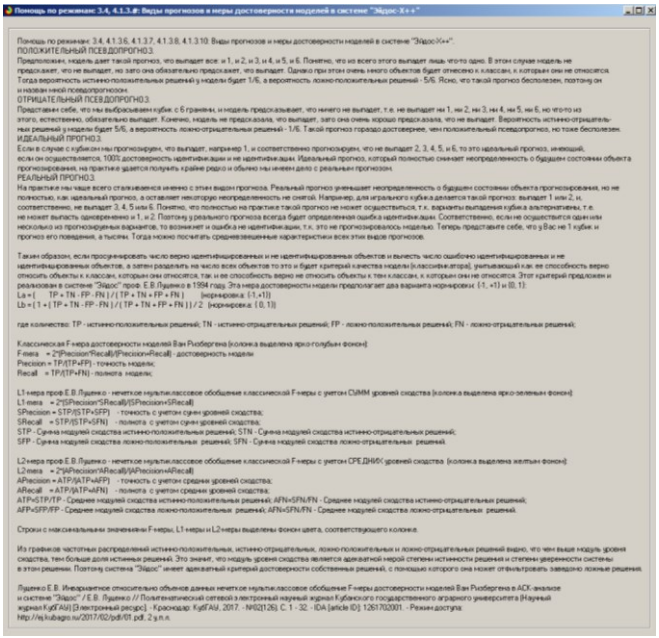


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

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 INF3 статус текущей модели. Для этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 11):

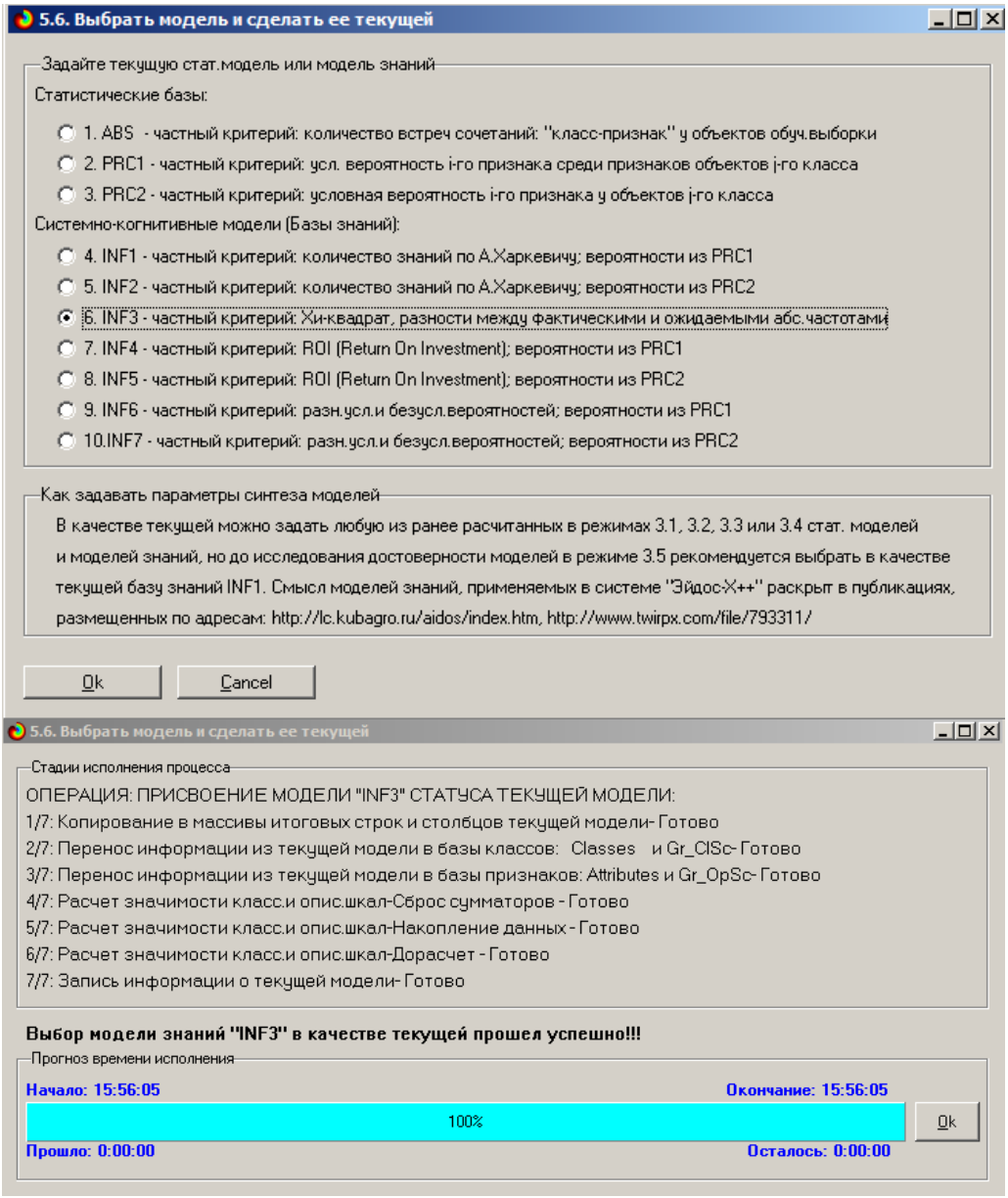


Рисунок 11. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу системной идентификации, т.е. определение жанра песни на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на CPU (рисунок 12).

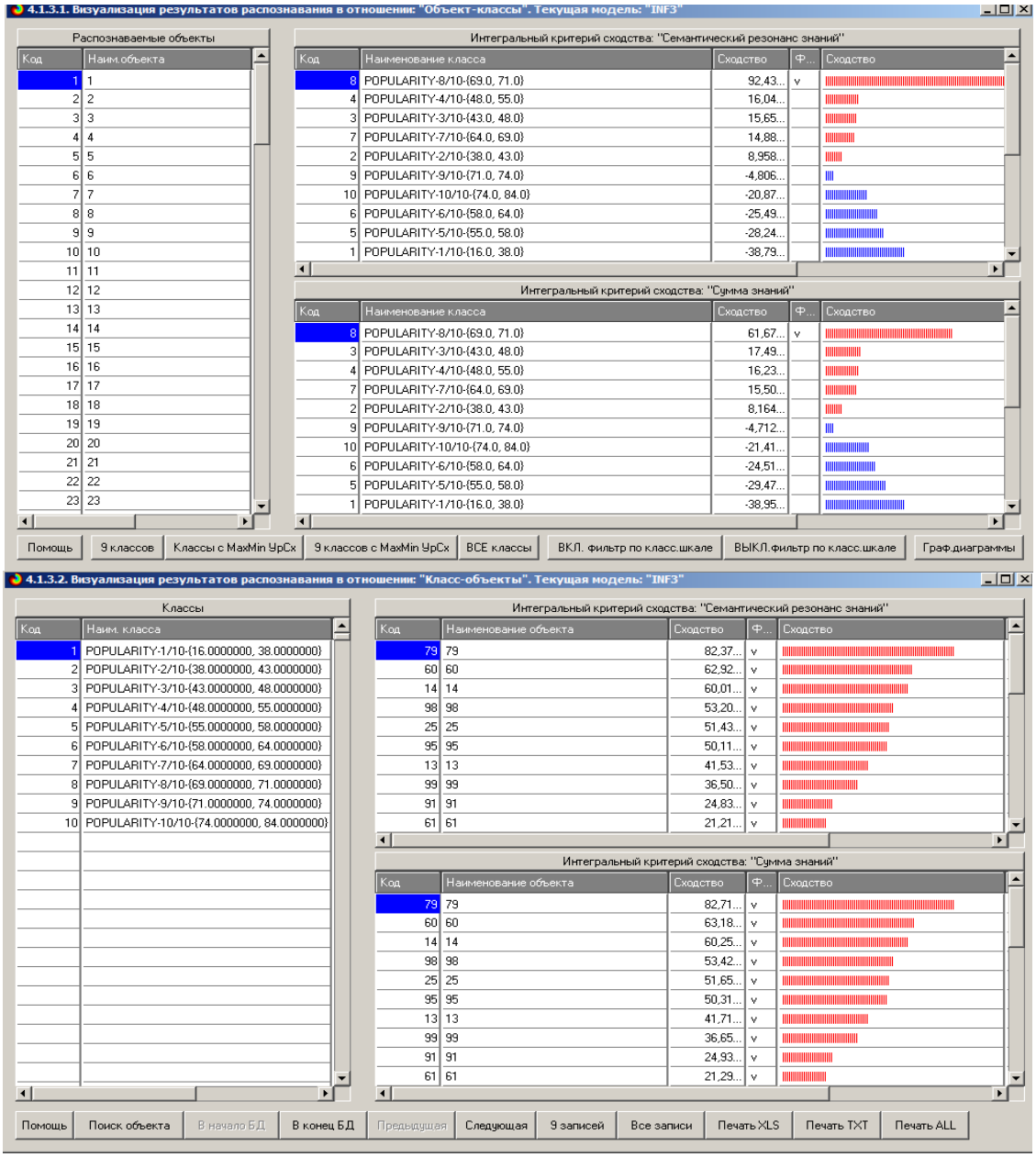
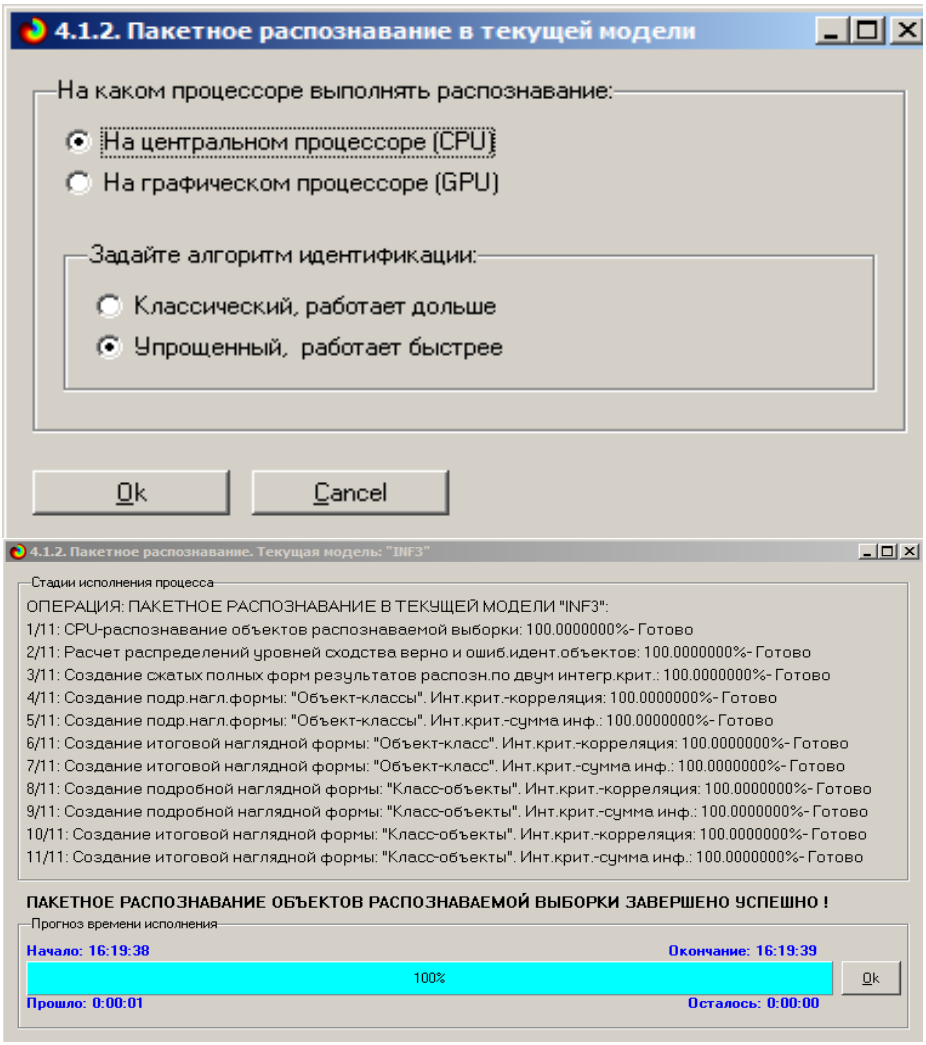


Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации музыкальной композиции по её характеристикам

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 1 секунду. 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).



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 низким 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 значений характеристик песни на её жанр.

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 значений характеристик песен на ее популярность.

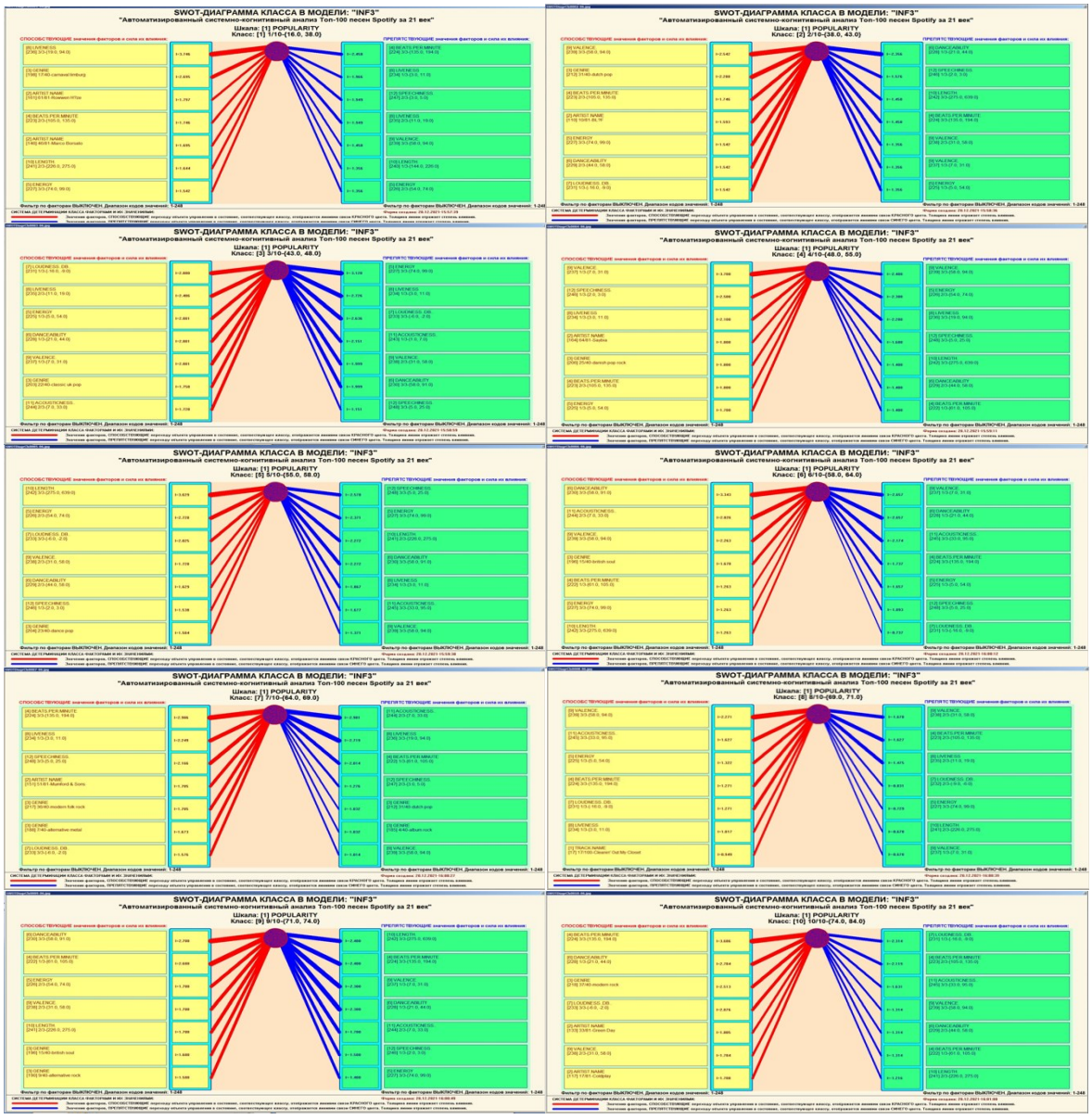
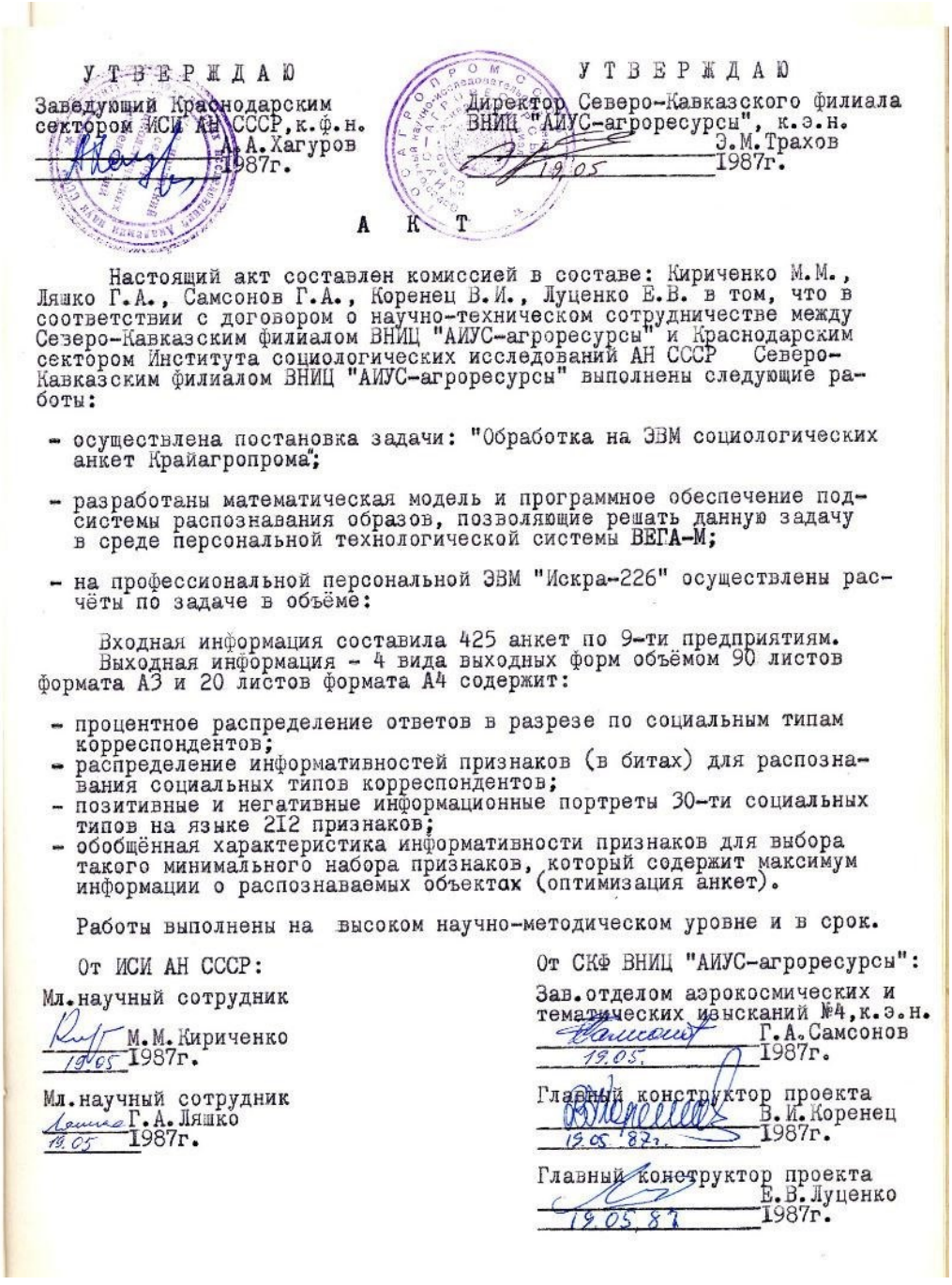


Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации характеристик музыкальных композиций

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений характеристик песен на ее популярность.

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
19.05 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
19.05.87г. 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\A0000003\System\SWOTCls####Inf3.DBF, где: «####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным метод стратегического 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).

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия топ 100 песен в Spotify за 21 век 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.

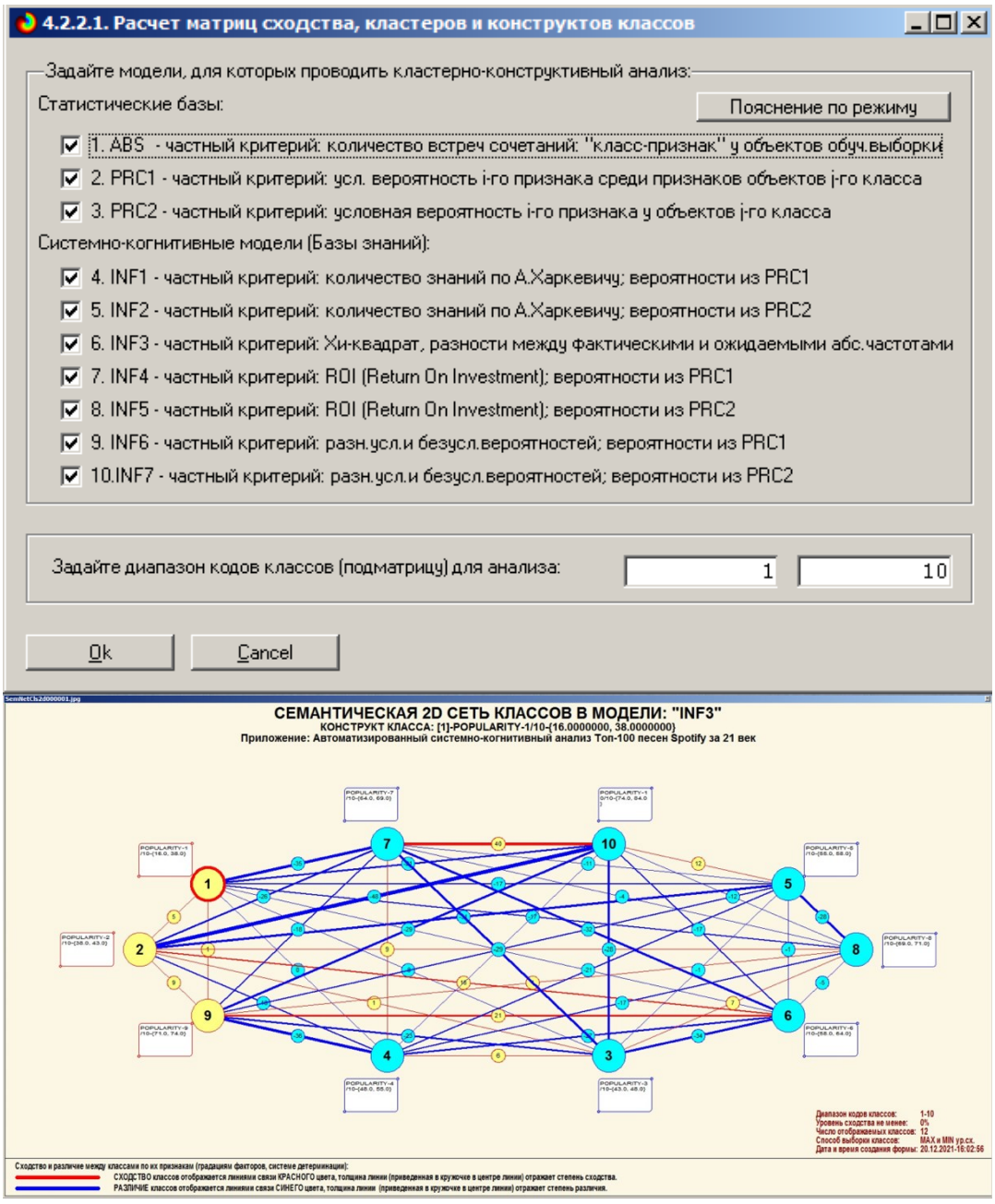


Рисунок 15. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия песен по связанным с ними значениям их характеристик.

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 15. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 15.

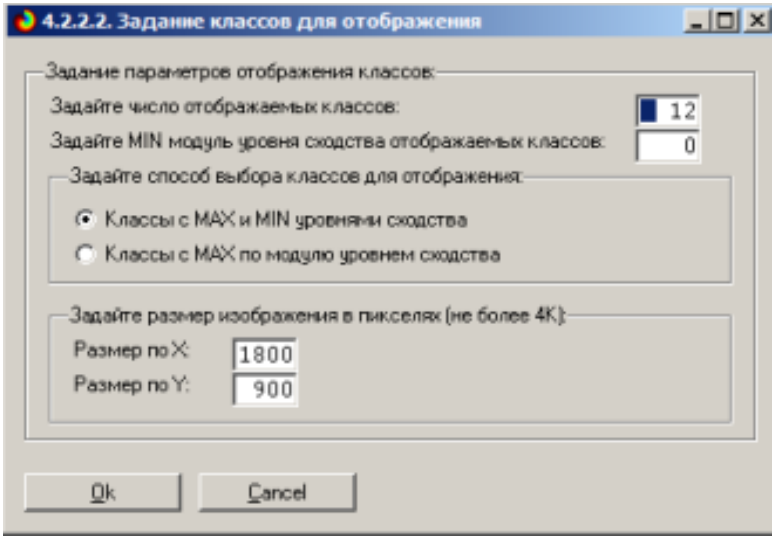


Рисунок 16. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

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):

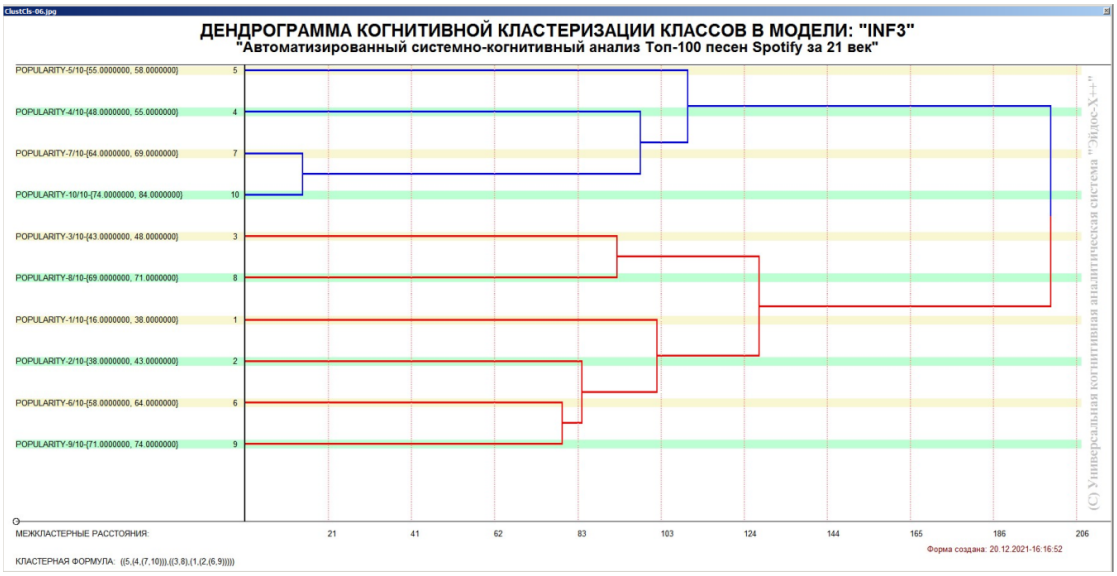


Рисунок 17. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие песен

Из рисунков 15 и 17 мы видим, что некоторые песни сходны по детерминирующей их системе значений характеристик, и, следовательно,

корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по системе значений этих параметров сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. альтернативными и цель их одновременного достижения является некорректной и недостижимой, т.к. для достижения одного из альтернативных результатов необходимы одни значения характеристик, а для достижения другого – совершенно другие, которые не могут наблюдаться одновременно с первыми.

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:

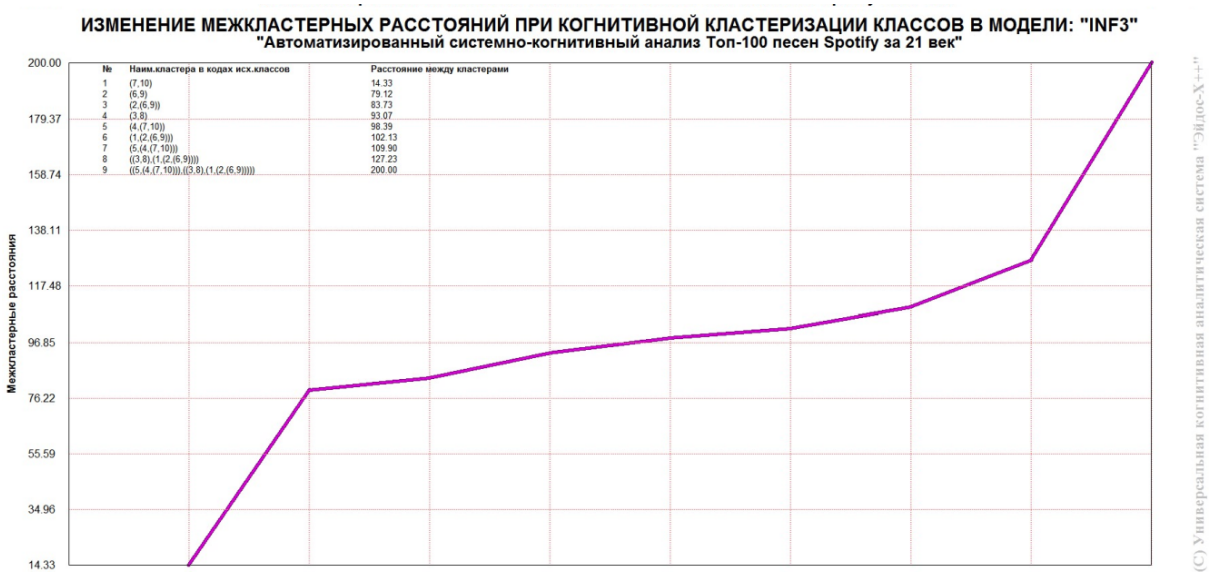


Рисунок 18. График изменения межкластерных расстояний

4.3.3. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунках 17 и 18 приведены 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.

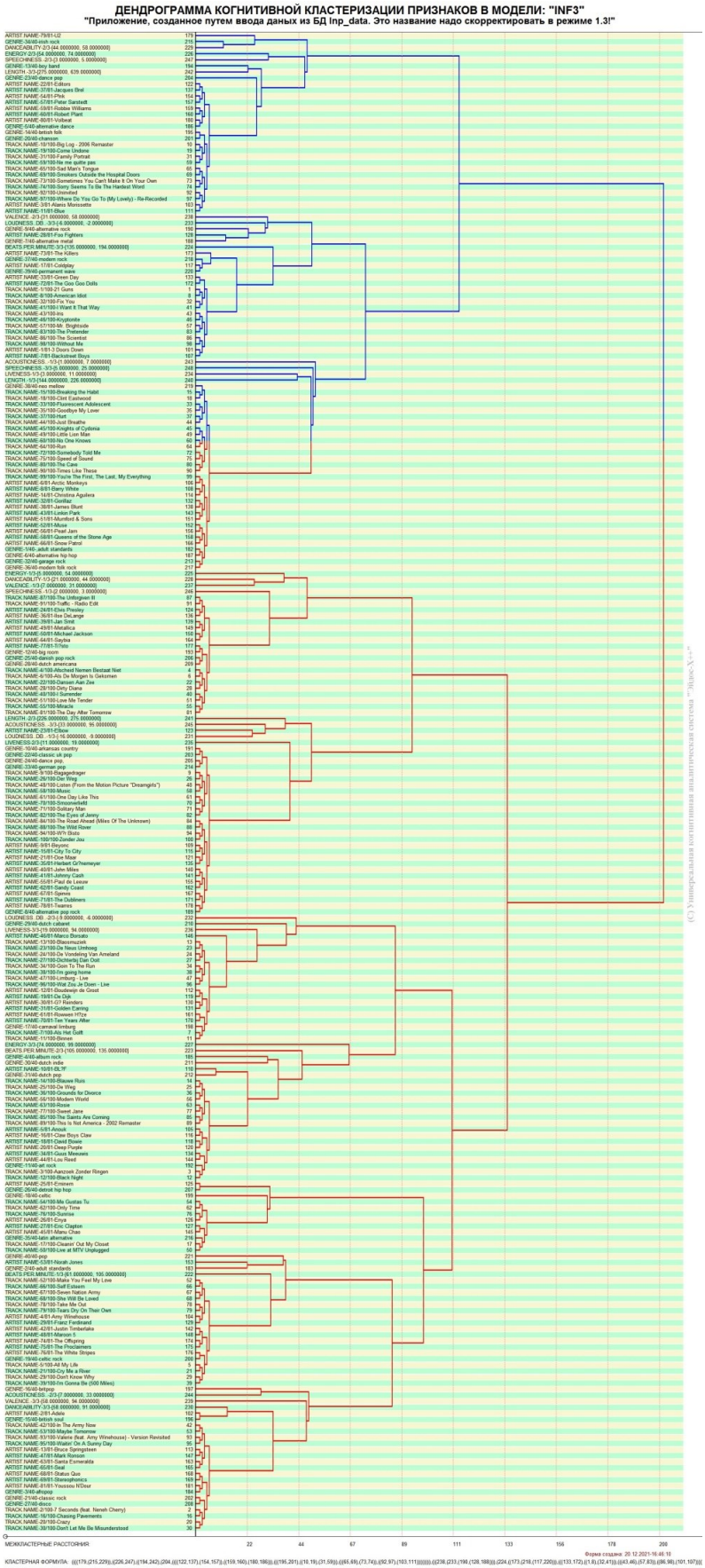


Рисунок 19. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков

Из дендрограммы на рисунке 19 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 жанре песни. ***Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 19) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов.***

На рисунке 20 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

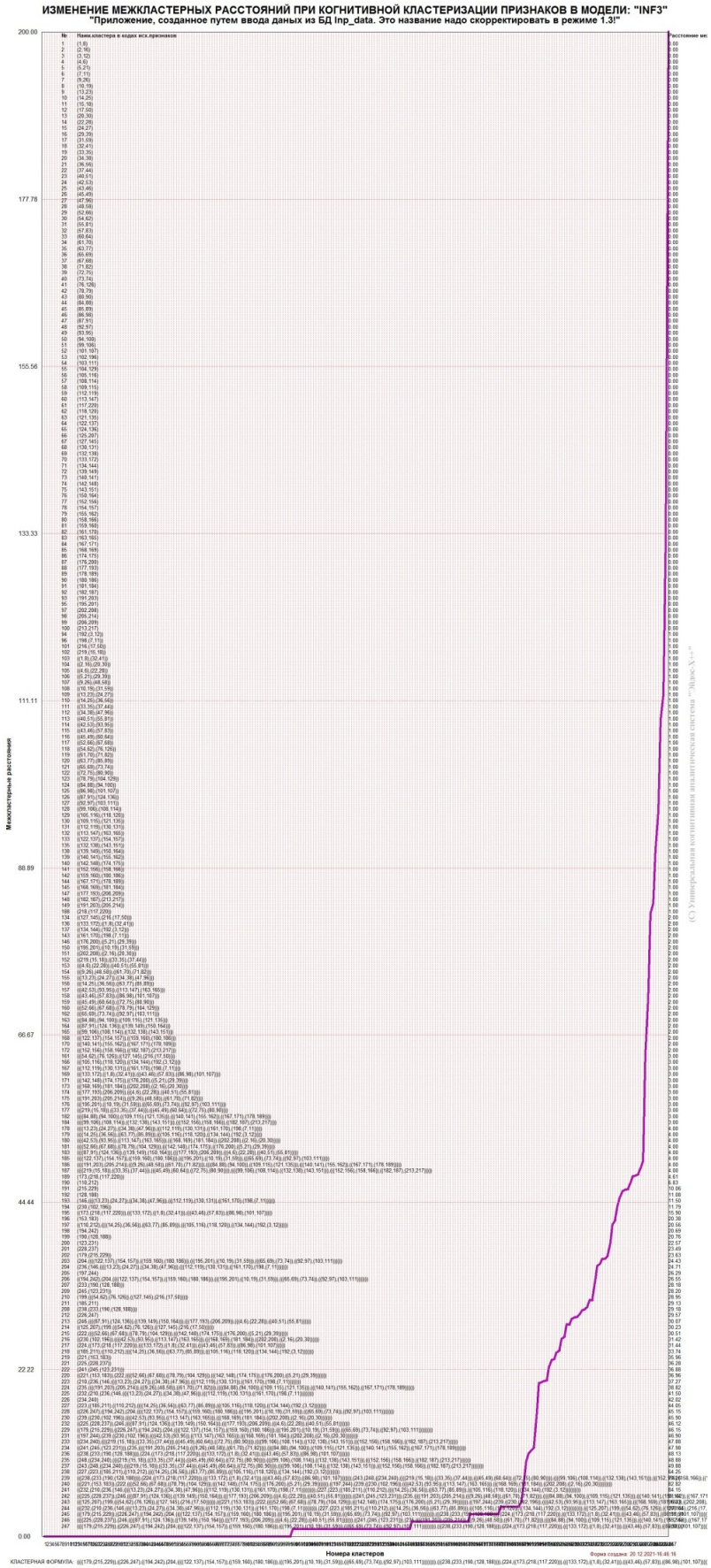


Рисунок 20. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 21 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 22 - фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

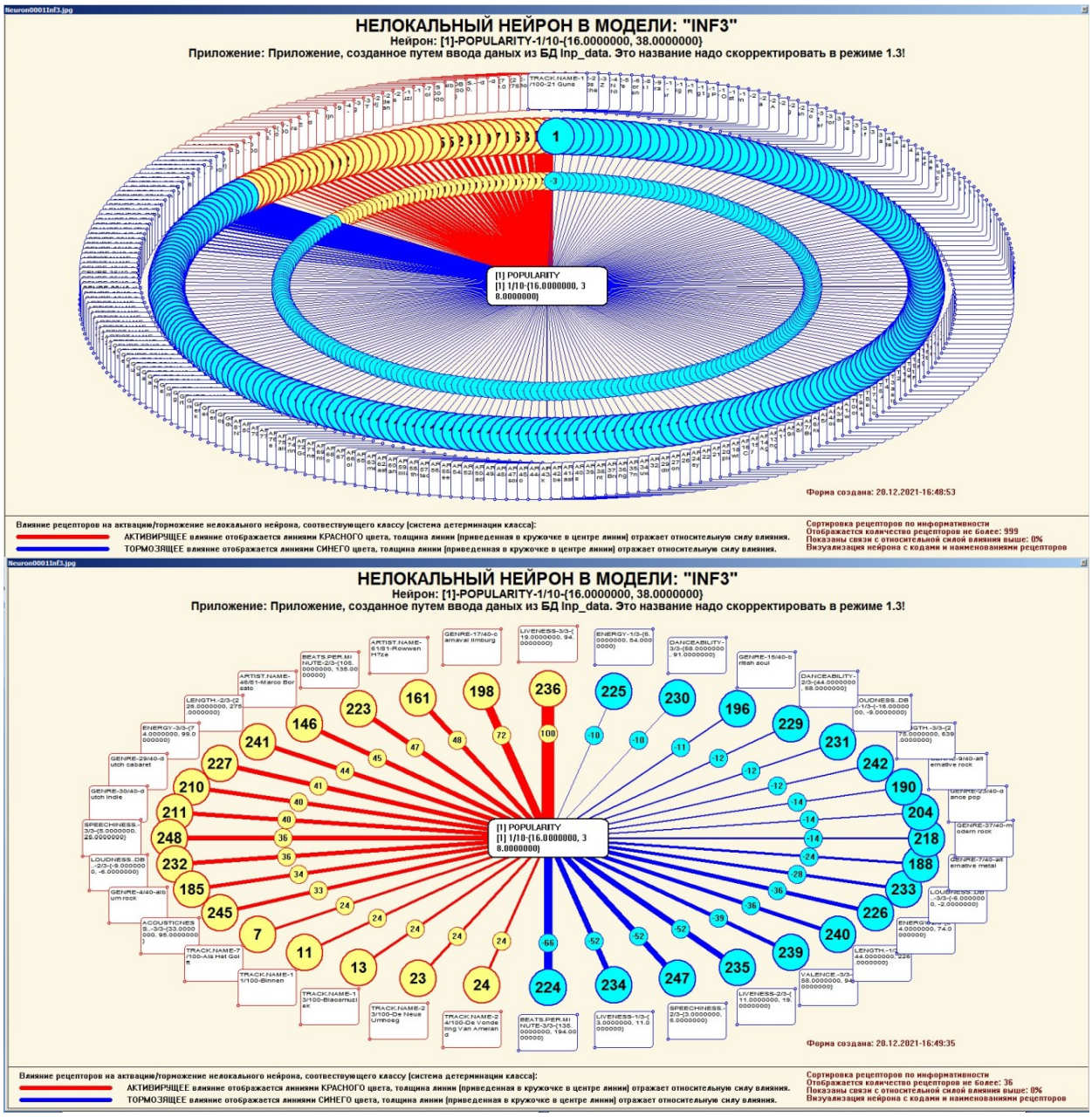


Рисунок 21. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений характеристик песни на ее популярность

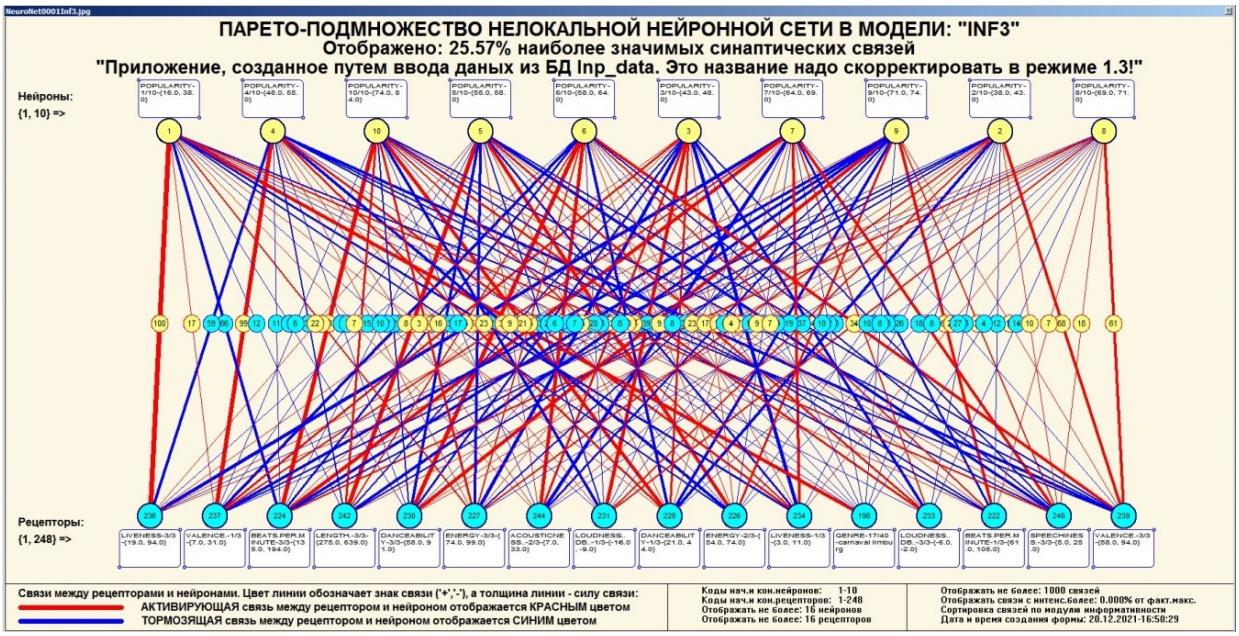


Рисунок 22. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений характеристик песни на ее популярность (фрагмент 25.57% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют популярности песен, а рецепторы – их характеристикам. 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».

4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 23 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 49% СК-модели Inf3.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отображенных соответственно на рисунках 16 и 20, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 22.

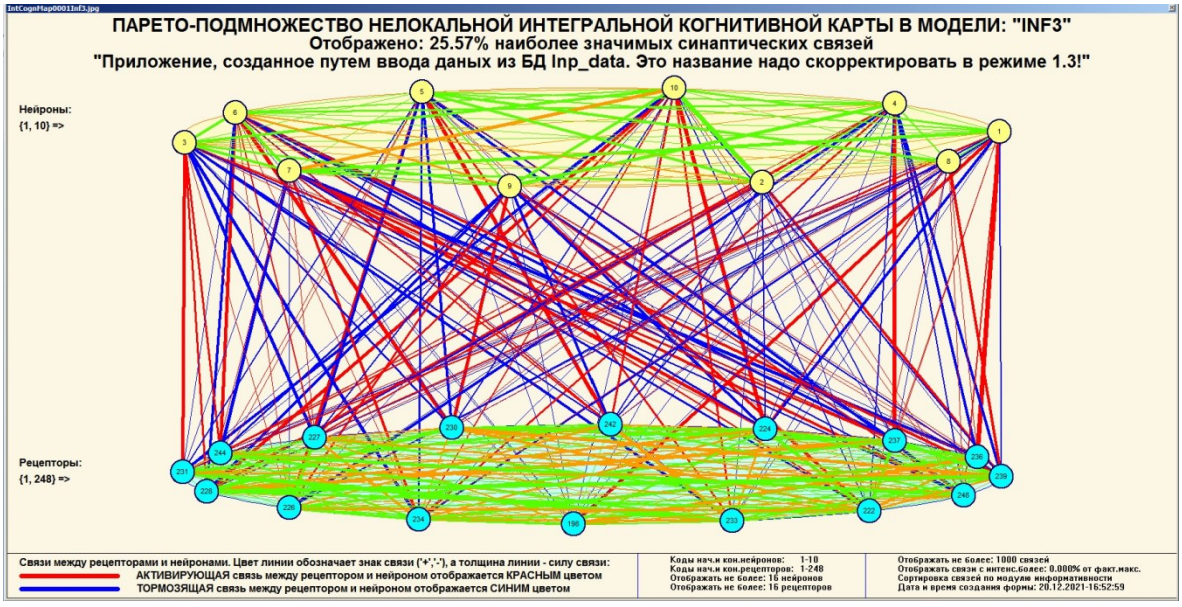


Рисунок 23. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.6. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 25).

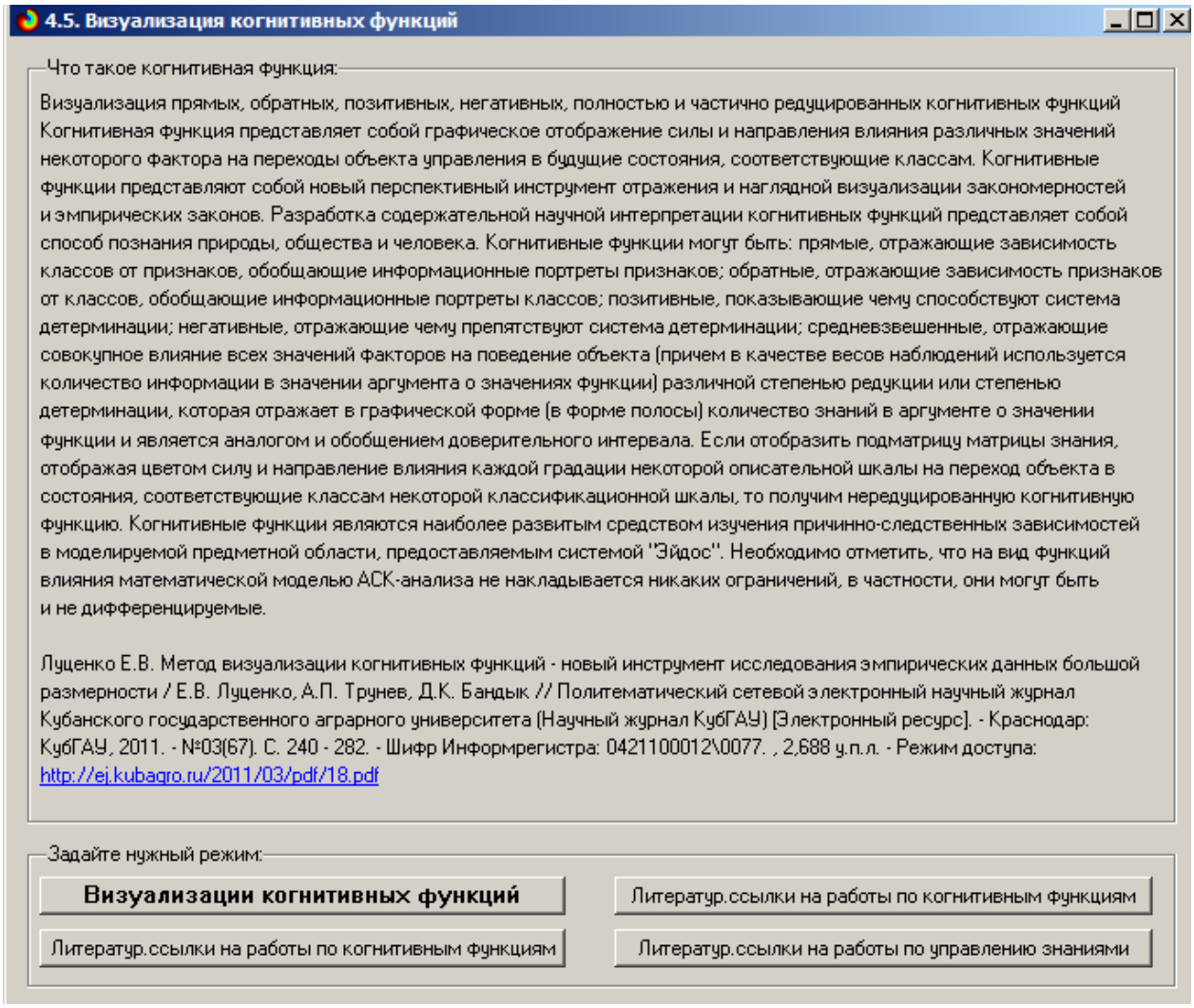


Рисунок 24. Help режима визуализации когнитивных функций

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

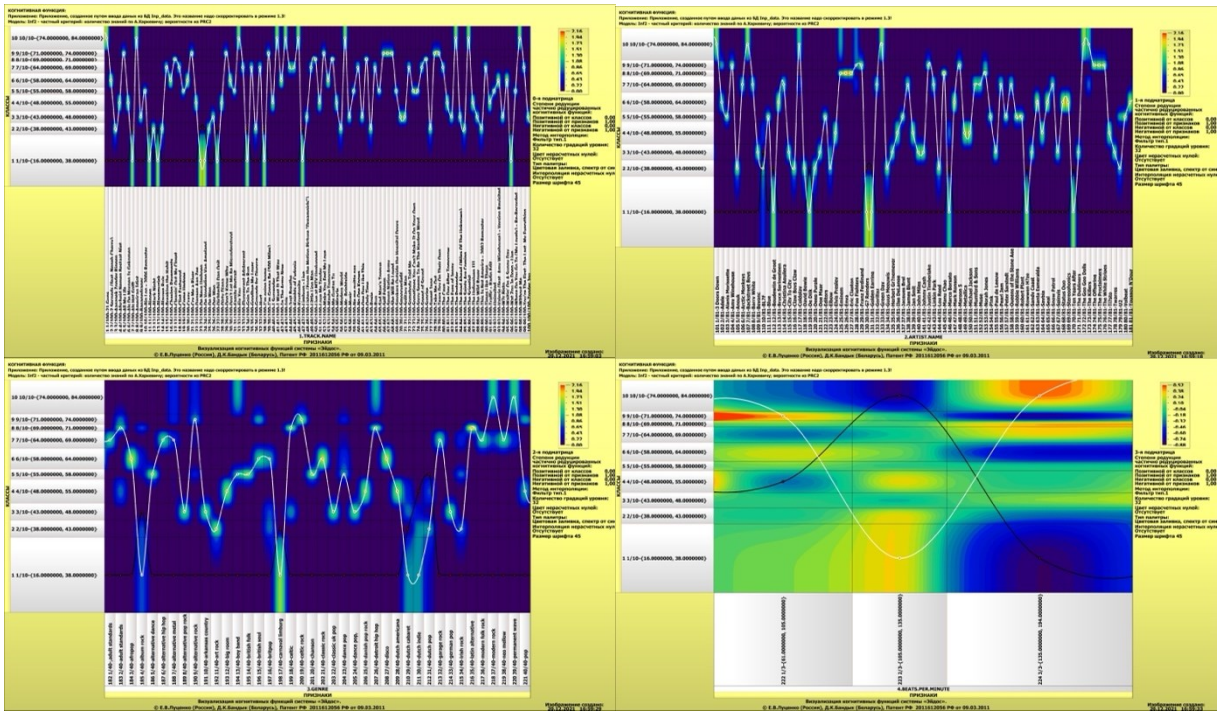
белой линией); негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации (обозначены черной линией); средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем в качестве весов наблюдений используется количество информации в значении аргумента о значениях 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.

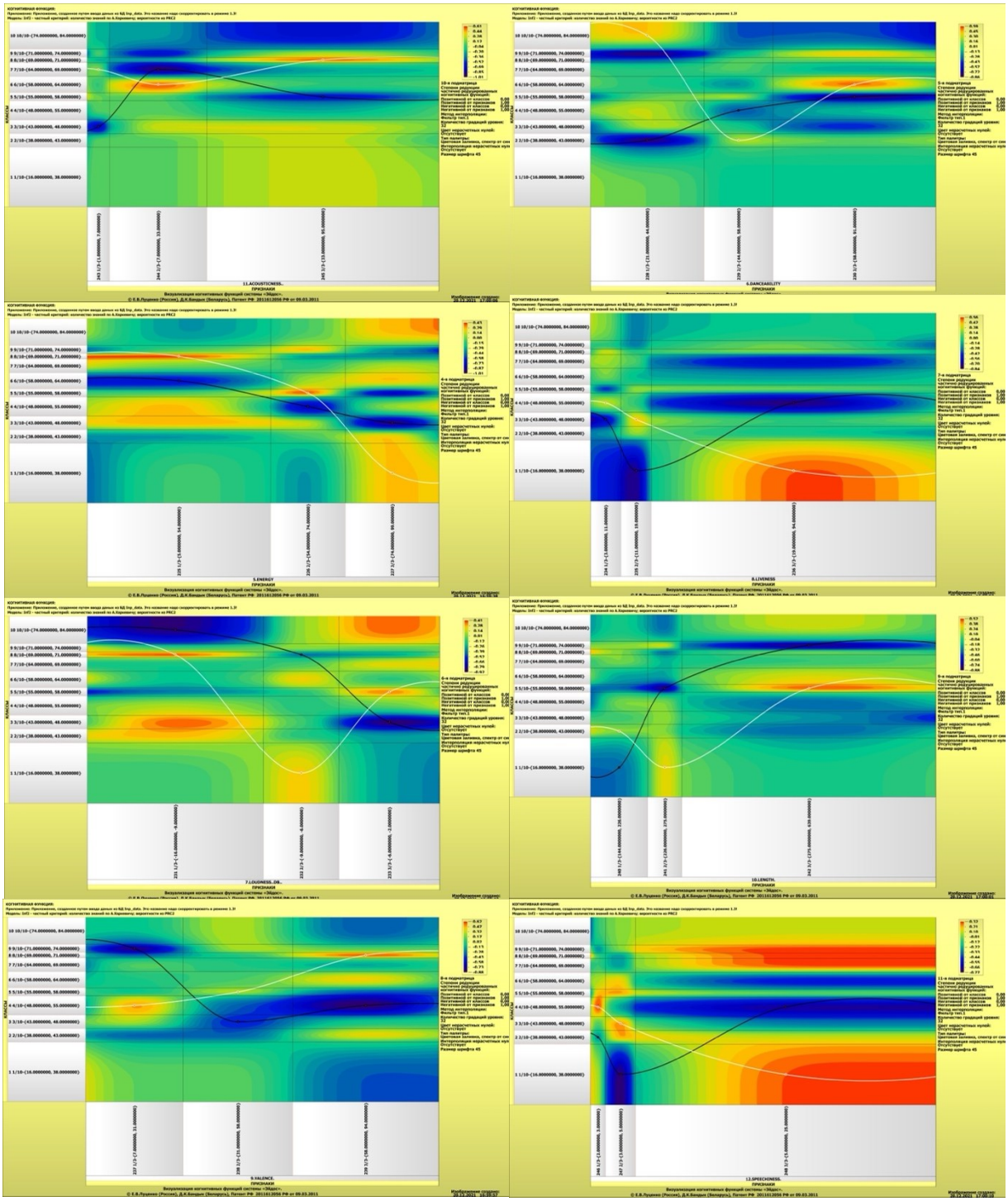
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

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 25 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных характеристик песни на ее популярность.





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 6 системно-когнитивных моделей, в

которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по популярность песен, изучено влияние характеристик топ-100 песен из Spotify за 21 век на популярность, 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 № 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 организационнотехнических 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-X++» / 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- 94672757-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220