

УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ зависимости популярности музыкальных композиций на стриминговом сервисе «Spotify» от их параметров

Махлушев Дмитрий Андреевич
студент факультета ПИ, группа ИТ1821
dmahl@mail.ru

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

Целью данной работы является изучение зависимости популярности музыкальных композиций на стриминговом сервисе «Spotify» от их параметров. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для меня это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++». 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 dependence of musical compositions on the streaming service "Spotify" on their parameters

Makhlushev Dmitry Andreevich
student of the faculty of PI, group IT1821
dmahl@mail.ru

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

The purpose of this work is to study the dependence of musical compositions on the streaming service "Spotify" on their parameters. The achievement of this goal is of great personal interest. For me, this will allow me to gain knowledge in working with the Eidos-X ++ universal cognitive analytical system. To achieve this goal, the Automated System-Cognitive Analysis (ASK-analysis) and its software toolkit - the intelligent system "Eidos" are used.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	7
ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	8
ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	12
ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	17
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)	17
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.....	30
4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты.....	32
4.3.7. Когнитивные функции	32
7. ВЫВОДЫ.....	36
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	36

Введение

Целью данной работы является изучение зависимости популярности музыкальных композиций на стриминговом сервисе «Spotify» от их параметров. Параметры композиций, а также данные по ним были получены из открытой базы данных с наборами данных UCI по ссылке: <https://www.kaggle.com/yamaerenay/spotify-dataset-19212020-160k-tracks>

Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для меня 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 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, принятия 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 249, 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 мультязычную 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 решения 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;

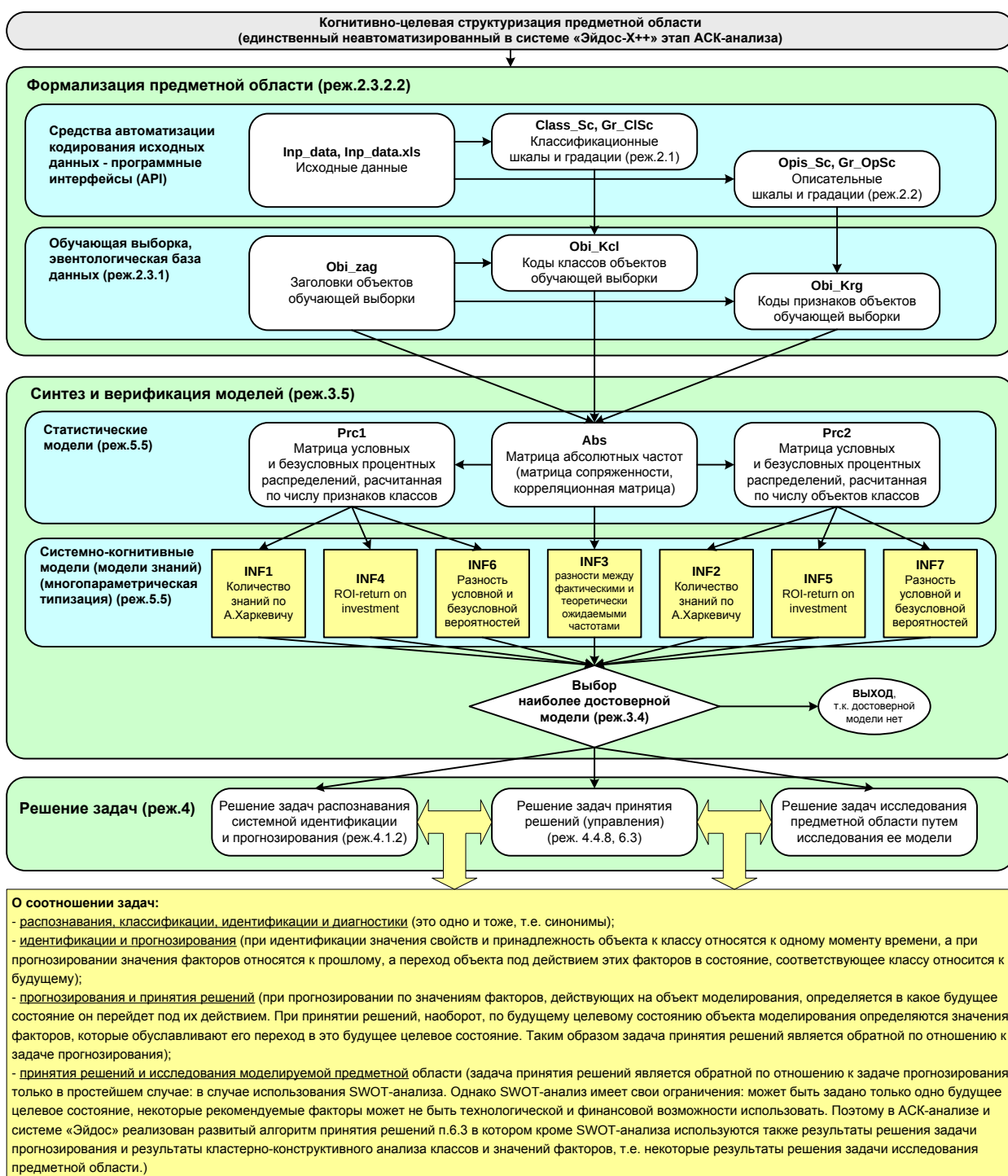
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) 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**



**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 классификационной шкалы выберем опубликованную популярность (popularity), представленную в таблице 1. В качестве факторов, влияющих на результат – исполнители, длительность, энергичность, наличие ненормативного содержания, инструментальное содержание, «живость», громкость, речевая насыщенность, темп (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационные шкалы

Код	Наименование
1	popularity

Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	artists
2	duration_ms
3	energy
4	explicit
5	instrumentalness
6	liveness
7	loudness
8	speechiness
9	tempo

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены из датасета, найденного в интернете.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		popularity	artists	duration_ms	energy	explicit	instrumentalness	liveness	loudness	speechiness	tempo
1	name										
2	Piano Concerto No. 3 in D Minor, Op. 30: III.	4	Sergei Rachmaninoff, 'James Levine', 'Berliner Philharmoniker	831667	0,211	0	0,878	0,665	-20,096	0,0366	80,954
3	Clancy Lowered the Boom	5	Dennis Day	180533	0,341	0	0	0,16	-12,441	0,415	60,936
4	Gati Bali	5	KHP Kridhamardawa Karaton Ngayogyakarta Hadiningrat	500062	0,166	0	0,913	0,101	-14,85	0,0339	110,34
5	Danny Boy	3	Frank Parker	210000	0,309	0	0,0000277	0,381	-9,316	0,0354	100,11
6	When Irish Eyes Are Smiling	2	Phil Regan	166693	0,193	0	0,00000168	0,229	-10,096	0,038	101,67
7	Gati Mardika	6	KHP Kridhamardawa Karaton Ngayogyakarta Hadiningrat	395076	0,346	0	0,168	0,13	-12,506	0,07	119,82
8	The Wearing of the Green	4	John McCormack	159507	0,203	0	0	0,115	-10,589	0,0615	66,221
9	Morceaux de fantaisie, Op. 3: No. 2, Prélude	2	Sergei Rachmaninoff	218773	0,088	0	0,527	0,363	-21,091	0,0456	92,867
10	La Mafanita - Remasterizado	0	Ignacio Corsini	161520	0,13	0	0,151	0,104	-21,508	0,0483	64,678
11	Il Etait Syndiqué	0	Fortugé	196560	0,257	0	0	0,504	-16,415	0,399	109,38
12	Dans La Vie Faut Pas S'en Faire	0	Maurice Chevalier	147133	0,26	0	0	0,258	-16,894	0,0557	85,146
13	Por Que Me Dejaste - Remasterizado	0	Ignacio Corsini	155413	0,115	0	0,906	0,11	-27,039	0,0414	70,37
14	La Vierge	0	Georgel	190800	0,363	0	0	0,292	-12,562	0,0546	174,53
15	Uld Taksimi	0	Mehmet Kemiksiz	184973	0,42	0	0,89	0,108	-10,766	0,114	70,758
16	Power Is Power	0	Zay Gatsby	205072	0,691	1	0,384	0,358	-7,298	0,0326	159,94
17	10 Préludes, Op. 23: No. 5 in G Minor, Alla ma	4	Sergei Rachmaninoff, 'Ruth Laredo	221013	0,171	0	0,82	0,116	-20,476	0,0319	107,7
18	Come Back To Erin	1	Phil Regan	186467	0,212	0	0,000222	0,236	-13,3	0,0358	85,726
19	Rákóczy March	0	Hector Berlioz, 'Arturo Toscanini	250747	0,283	0	0,898	0,393	-14,808	0,0477	108,99
20	When We Die	0	THE GUY	204957	0,418	1	0,0382	0,102	-11,566	0,0417	80,073
21	A Ballymore Ballad	0	Christopher Lynch	122000	0,085	0	0,00196	0,0887	-16,055	0,075	100,3
22	Je Suis Toujours La	0	Fortugé	191333	0,113	0	0	0,213	-16,57	0,196	87,162
23	Mother Machree	0	John McCormack, 'Edwin Schneider	187333	0,155	0	0,0000433	0,103	-13,976	0,0873	170,25
24	Flor Marchita - Remasterizado	0	Ignacio Corsini	154240	0,1	0	0,846	0,112	-22,429	0,105	71,978
25	İmtidadi Aşkma	0	Hanende Ibrahim Efendi	158908	0,245	0	0,875	0,354	-14,387	0,0387	142,14
26	Ney Taksimi	0	Mehmet Kemiksiz	86988	0,143	0	0,469	0,166	-9,003	0,0413	141,39
27	Morceaux de fantaisie, Op. 3: No. 2, Prélude	0	Sergei Rachmaninoff	218773	0,088	0	0,527	0,363	-21,091	0,0456	92,867

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.

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

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

— Задайте тип файла исходных данных: "Inp_data":

- ☐ XLS - MS Excel-2003
- ☒ XLSX- MS Excel-2007(2010) стандарт XLS-файл
- ☐ DBF - DBASE IV (DBF/NTX) стандарт DBF-файл
- ☐ CSV - Comma-Separated Val стандарт CSV-файл

— Задайте параметры:

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

— Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:

Конечный столбец классификационных шкал:

— Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:

Конечный столбец описательных шкал:

— Задайте режим:

- ☒ Формализации предметной области (на основе '...')
- ☐ Генерации распознаваемой выборки (на основе '...')

— Задайте способ выбора размера интервалов:

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

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

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

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp_data":

Интерпретация TXT-полей классов:

Значения полей текстовых классификационных шкал исходных данных "Inp_data" рассматриваются как L

Интерпретация TXT-полей признаков:

Значения полей текстовых описательных шкал ф... исходных данных "Inp_data" рассматриваются как L

— Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

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

Ok Cancel

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

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [3 x 202]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс. шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис. шкалу
Числовые	1	3	3,00	8	80	10,00
Текстовые	0	0	0,00	1	122	122,00
ВСЕГО:	1	3	3,00	9	202	22,44

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В классификационных шкалах: В описательных шкалах:

2.3.2.2. Процесс импорта данных из внешней БД "Inp_data" в систему "ЭЙДОС-Х++"

Стадии исполнения процесса

1/3: Формирование классификационных и описательных шкал и градаций на основе БД "Inp_data"- Готово
 2/3: Генерация обучающей выборки и базы событий "EventsKO" на основе БД "Inp_data"- Готово
 3/3: Переиндексация всех баз данных нового приложения- Готово

ПРОЦЕСС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!

Прогноз времени исполнения

Начало: 10:17:58 Окончание: 10:18:00

100%

Прошло: 0:00:01 Осталось: 0:00:00

Рисунок 3. Экранные формы 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.

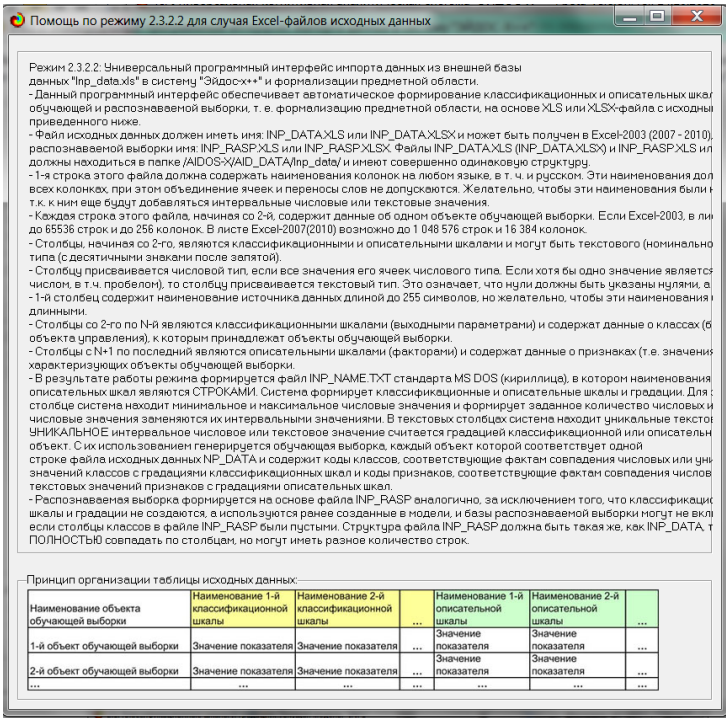


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформированы классификационные шкалы с суммарным количеством градаций (классов), изображенные на рисунке 3. С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (рисунок 5):

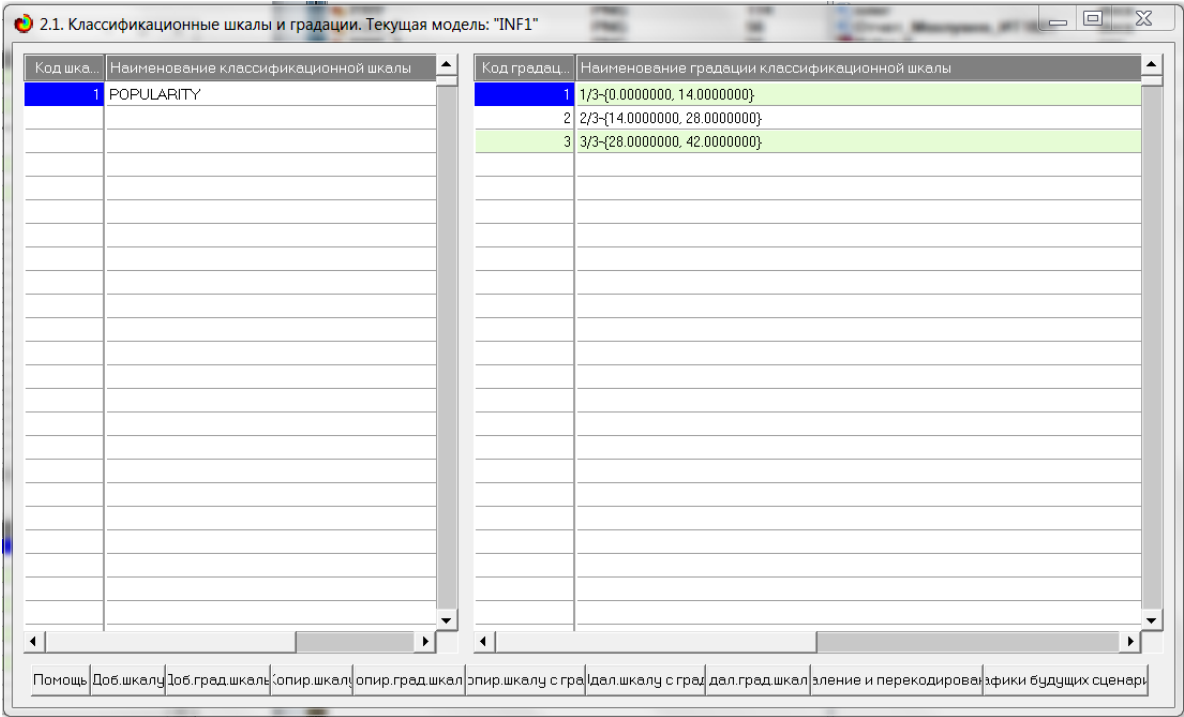


Рисунок 5 – Классификационные шкалы и градации (POPULARITY)

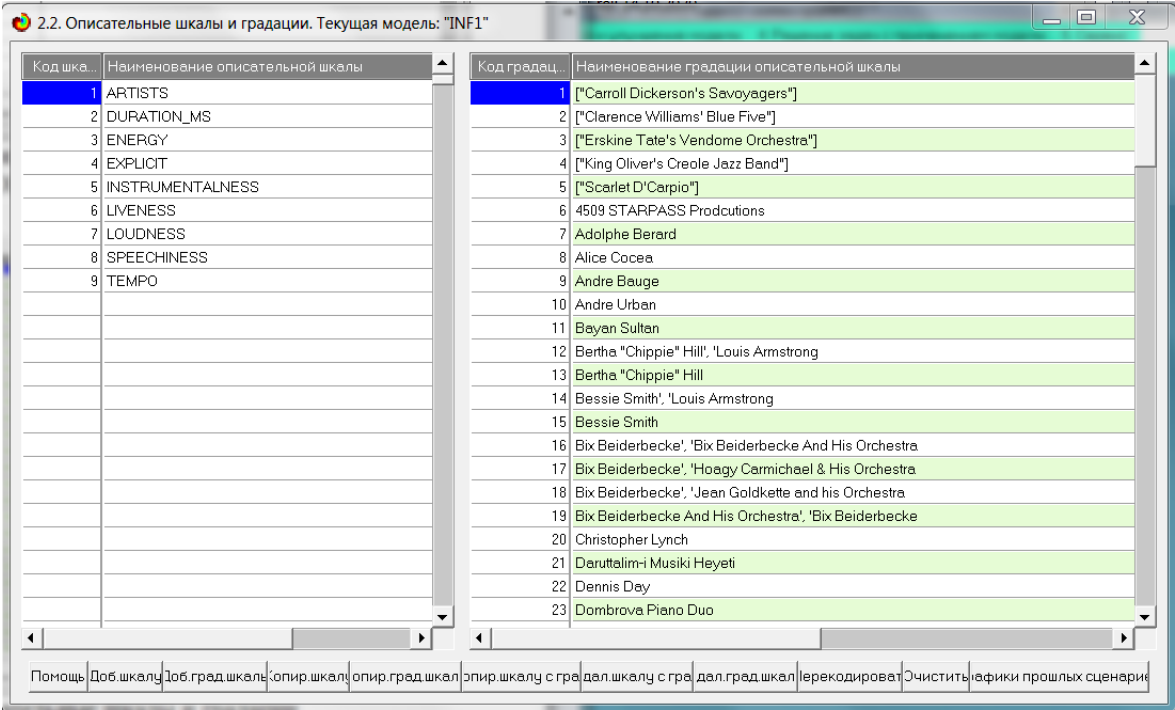


Рисунок 6 – Описательные шкалы и градации (характеристики произведений)

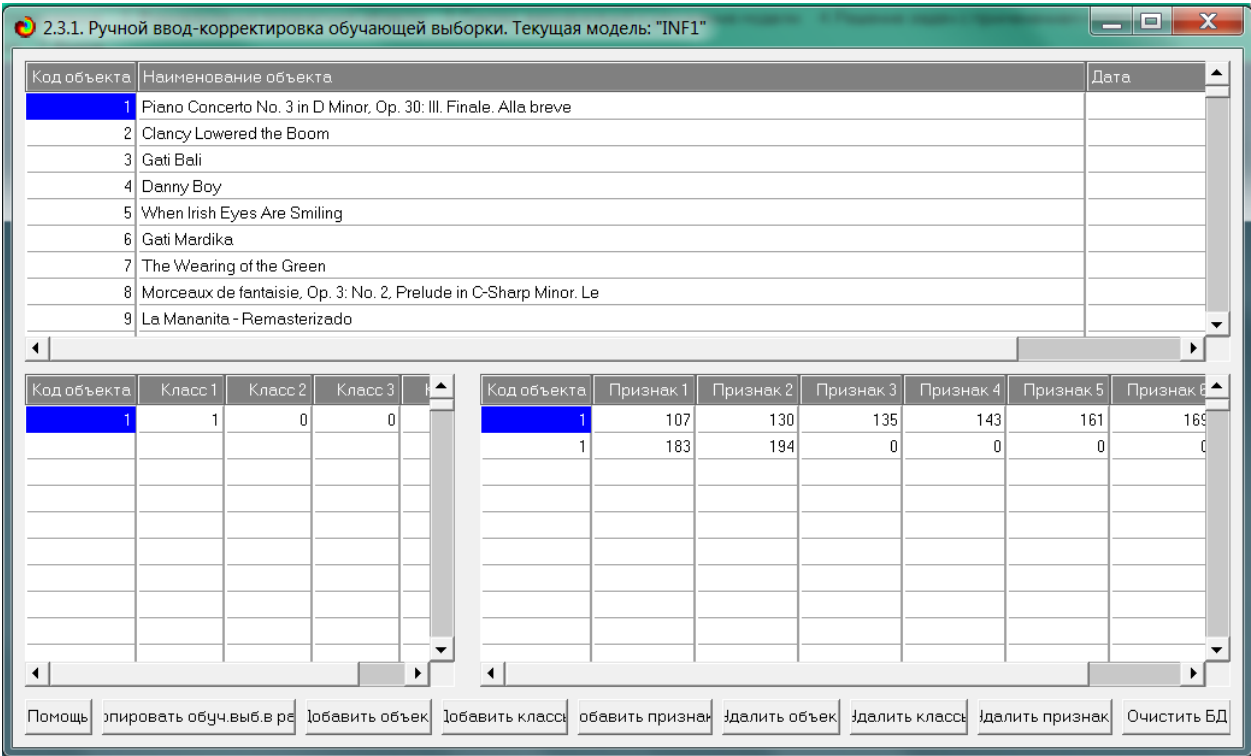


Рисунок 7 – Обучающая выборка

Обучающая выборка (рисунок 7), по сути, представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (рисунок 2), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (рисунки 5 и 6). Таким образом, созданы все необходимые и достаточные условия для выполнения следующего этапа АСК-анализа: т.е. для синтеза и верификации моделей.

Задача 3: 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 8).

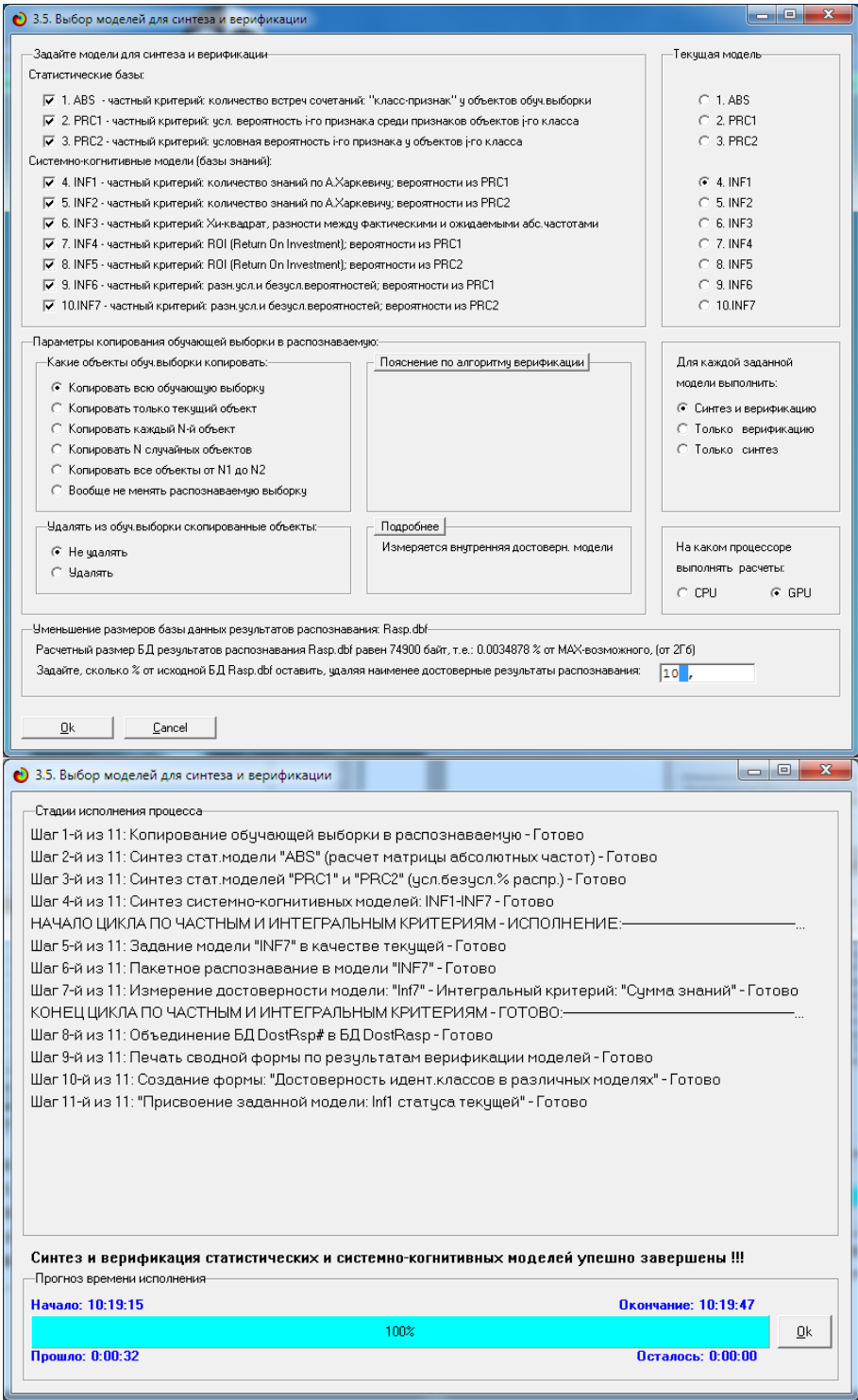


Рисунок 8. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Обратим внимание на то, что на рисунке 8 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессоре (GPU)».

Из рисунка 8 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 32 секунды. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делают 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 9, 10:

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. POPULARITY 1/3 {0.0, 14.0}	2. POPULARITY 2/3 {14.0, 28.0}	3. POPULARITY 3/3 {28.0, 42.0}	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	ARTISTS-["Carroll Dickerson's Savoyagers"]	1			1	0.33	0.58
2	ARTISTS-["Clarence Williams' Blue Five"]	6			6	2.00	3.46
3	ARTISTS-["Erskine Tate's Vendome Orchestra"]	1			1	0.33	0.58
4	ARTISTS-["King Oliver's Creole Jazz Band"]	2	1		3	1.00	1.00
5	ARTISTS-["Scarlet D'Carpio"]	1			1	0.33	0.58
6	ARTISTS-4509 STARPASS Productions	1			1	0.33	0.58
7	ARTISTS-Adolphe Berard	5			5	1.67	2.89
8	ARTISTS-Alice Cocea	1			1	0.33	0.58
9	ARTISTS-Andre Baugé	1			1	0.33	0.58
10	ARTISTS-Andre Urban	1			1	0.33	0.58
11	ARTISTS-Bayen Sultan	1			1	0.33	0.58
12	ARTISTS-Bertha "Chippie" Hill, 'Louis Armstrong	1			1	0.33	0.58
13	ARTISTS-Bertha "Chippie" Hill	1			1	0.33	0.58
14	ARTISTS-Bessie Smith, 'Louis Armstrong	1	2		3	1.00	1.00
15	ARTISTS-Bessie Smith	8	10	2	20	6.67	4.16
16	ARTISTS-Bix Beiderbecke, 'Bix Beiderbecke And His Orchestra	1			1	0.33	0.58
17	ARTISTS-Bix Beiderbecke, 'Hoagy Carmichael & His Orchestra	2			2	0.67	1.15
18	ARTISTS-Bix Beiderbecke, 'Jean Goldkette and his Orchestra	2			2	0.67	1.15
19	ARTISTS-Bix Beiderbecke And His Orchestra, 'Bix Beiderbecke	2			2	0.67	1.15
20	ARTISTS-Christopher Lynch	5			5	1.67	2.89
21	ARTISTS-Darutalim-i Musiki Heyeti	1			1	0.33	0.58

Рисунок 9. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. POPULARITY 1/3 {0.0, 14.0}	2. POPULARITY 2/3 {14.0, 28.0}	3. POPULARITY 3/3 {28.0, 42.0}	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	ARTISTS-["Carroll Dickerson's Savoyagers"]	0.036	-0.028	-0.008			0.03
2	ARTISTS-["Clarence Williams' Blue Five"]	0.217	-0.169	-0.048			0.15
3	ARTISTS-["Erskine Tate's Vendome Orchestra"]	0.036	-0.028	-0.008			0.03
4	ARTISTS-["King Oliver's Creole Jazz Band"]	-0.892	0.916	-0.024			0.96
5	ARTISTS-["Scarlet D'Carpio"]	0.036	-0.028	-0.008			0.03
6	ARTISTS-4509 STARPASS Productions	0.036	-0.028	-0.008			0.03
7	ARTISTS-Adolphe Berard	0.181	-0.141	-0.040			0.16
8	ARTISTS-Alice Cocea	0.036	-0.028	-0.008			0.03
9	ARTISTS-Andre Baugé	0.036	-0.028	-0.008			0.03
10	ARTISTS-Andre Urban	0.036	-0.028	-0.008			0.03
11	ARTISTS-Bayen Sultan	0.036	-0.028	-0.008			0.03
12	ARTISTS-Bertha "Chippie" Hill, 'Louis Armstrong	0.036	-0.028	-0.008			0.03
13	ARTISTS-Bertha "Chippie" Hill	0.036	-0.028	-0.008			0.03
14	ARTISTS-Bessie Smith, 'Louis Armstrong	-1.892	1.916	-0.024			1.96
15	ARTISTS-Bessie Smith	-11.277	9.438	1.839	0.000	0.000	10.47
16	ARTISTS-Bix Beiderbecke, 'Bix Beiderbecke And His Orchestra	0.036	-0.028	-0.008			0.03
17	ARTISTS-Bix Beiderbecke, 'Hoagy Carmichael & His Orchestra	0.072	-0.056	-0.016			0.06
18	ARTISTS-Bix Beiderbecke, 'Jean Goldkette and his Orchestra	0.072	-0.056	-0.016			0.06
19	ARTISTS-Bix Beiderbecke And His Orchestra, 'Bix Beiderbecke	0.072	-0.056	-0.016			0.06
20	ARTISTS-Christopher Lynch	0.181	-0.141	-0.040			0.16
21	ARTISTS-Darutalim-i Musiki Heyeti	0.036	-0.028	-0.008			0.03

Рисунок 10. 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 Ризбергера, 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).

3.4. Обобщенная форма достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	У ложно-отрицательный (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергера	Сумма мод. уровней ско. истинно-поло. решений (ST...)	Сумма мод. уровней ско. истинно-отри. решений (ST...)	Сумма мод. уровней ско. ложно-поло. решений (SF...)	Сумма мод. уровней ско. ложно-отри. решений (SF...)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс"	Корреляция абс. частот с обр...	99		0,834	1,000	0,910	335,231		55,744		0,857	1,000	0,923
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс"	Сумма абс. частот по призна...	99		0,834	1,000	0,910	379,454		1,640		0,996	1,000	0,998
2. PRIC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред.	Корреляция усл.отн. частот с о...	99		0,834	1,000	0,910	335,231		55,744		0,857	1,000	0,923
2. PRIC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред.	Сумма усл.отн. частот по призна...	99		0,834	1,000	0,910	273,452		58,781		0,823	1,000	0,903
3. PRIC2 - частный критерий: условная вероятность того признака.	Корреляция усл.отн. частот с о...	99		0,834	1,000	0,910	335,231		55,744		0,857	1,000	0,923
3. PRIC2 - частный критерий: условная вероятность того признака.	Сумма усл.отн. частот по призна...	99		0,834	1,000	0,910	273,393		58,781		0,823	1,000	0,903
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: а.	Семантический резонанс зна...	78	443	0,414	0,110	0,174	13,506	1,647	11,922	32,122	0,531	0,296	0,380
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: а.	Сумма знаний	92	141	0,795	0,717	0,754	16,580	0,327	19,896	2,057	0,455	0,890	0,602
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: а.	Семантический резонанс зна...	78	443	0,414	0,110	0,174	13,507	1,644	11,930	32,118	0,531	0,296	0,380
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: а.	Сумма знаний	92	141	0,795	0,717	0,754	16,578	0,326	19,905	2,058	0,454	0,890	0,602
6. INF3 - частный критерий: "Хинкват", разности между факти...	Семантический резонанс зна...	84	428	0,455	0,141	0,215	18,124	2,011	21,086	96,465	0,462	0,158	0,234
6. INF3 - частный критерий: "Хинкват", разности между факти...	Сумма знаний	84	428	0,455	0,141	0,215	14,090	0,743	11,622	96,463	0,548	0,127	0,207
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Семантический резонанс зна...	16	468	0,652	0,060	0,110	10,048	3,708	0,582	72,039	0,945	0,122	0,217
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Сумма знаний	97	139	0,787	0,721	0,753	3,944	0,009	2,064	0,098	0,657	0,976	0,785
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Семантический резонанс зна...	16	468	0,652	0,060	0,110	10,049	3,706	0,582	72,041	0,945	0,122	0,217
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Сумма знаний	97	139	0,787	0,721	0,753	3,944	0,009	2,065	0,098	0,656	0,976	0,785
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	98	428	0,417	0,141	0,210	17,873	0,059	28,049	91,639	0,389	0,163	0,230
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	98	428	0,417	0,141	0,210	13,589	0,003	32,547	3,498	0,295	0,795	0,430
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	98	429	0,413	0,139	0,208	17,860	0,059	28,066	91,735	0,389	0,163	0,230
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	98	428	0,417	0,141	0,210	13,590	0,003	32,564	3,501	0,294	0,795	0,430

Помощь по мерам достоверности Помощь по частотным распределениям TP,TN,FP,FN (TP-FP)/(TN-FN) (TP-F)/(TN-F)*100 Задать интервал оглаживания

Рисунок 11. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1-критерию проф. Е. В. Луценко

Из рисунка 11 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергера наиболее достоверной является СК-модель ABS с интегральным критерием «Семантический резонанс знаний» ($F=0,834$ при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е. В. Луценко та же модель является наиболее достоверной ($L1=0,998$ при максимуме 1,000), что является отличным результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели ABS сильной причинно-следственной зависимости между популярностью музыкальной композиции и ее параметрами.

На рисунке 12 приведено частотное распределение числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации параметров композиций в СК-модели ABS по данным обучающей выборки:



Рисунок 12. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели ABS

Рисунок 12 содержит изображения двух частотных распределений, похожих на нормальные, сдвинутых относительно друг друга по фазе.

Правое распределение включает в себя все виды решений.

Сдвиг распределений относительно друг друга и другие различия между ними и позволяют решать задачу идентификации уровня популярности музыкальных композиций по их параметрам и другие задачи.

Видно, что для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений.

На рисунке 13 приведен Help по режиму 3.4, в котором описаны меры достоверности моделей, применяемые в системе «Эйдос»:

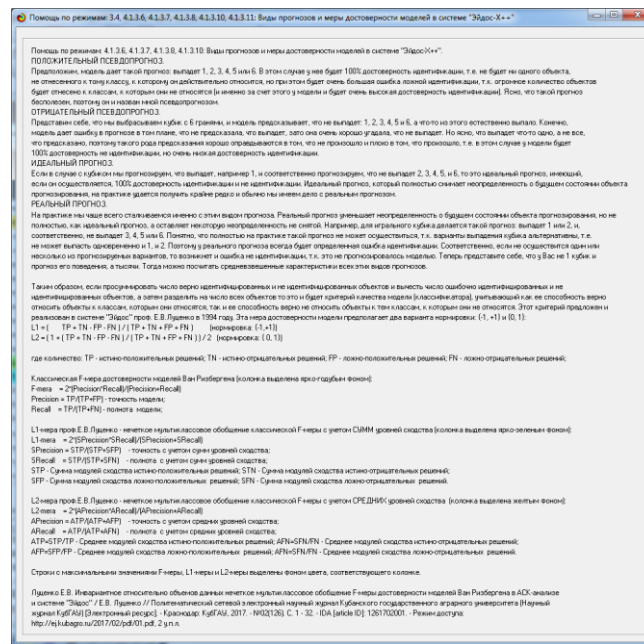


Рисунок 13. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1- и L2-критериям проф. Е. В. Луценко

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 ABS статус текущей модели. Для этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 14):

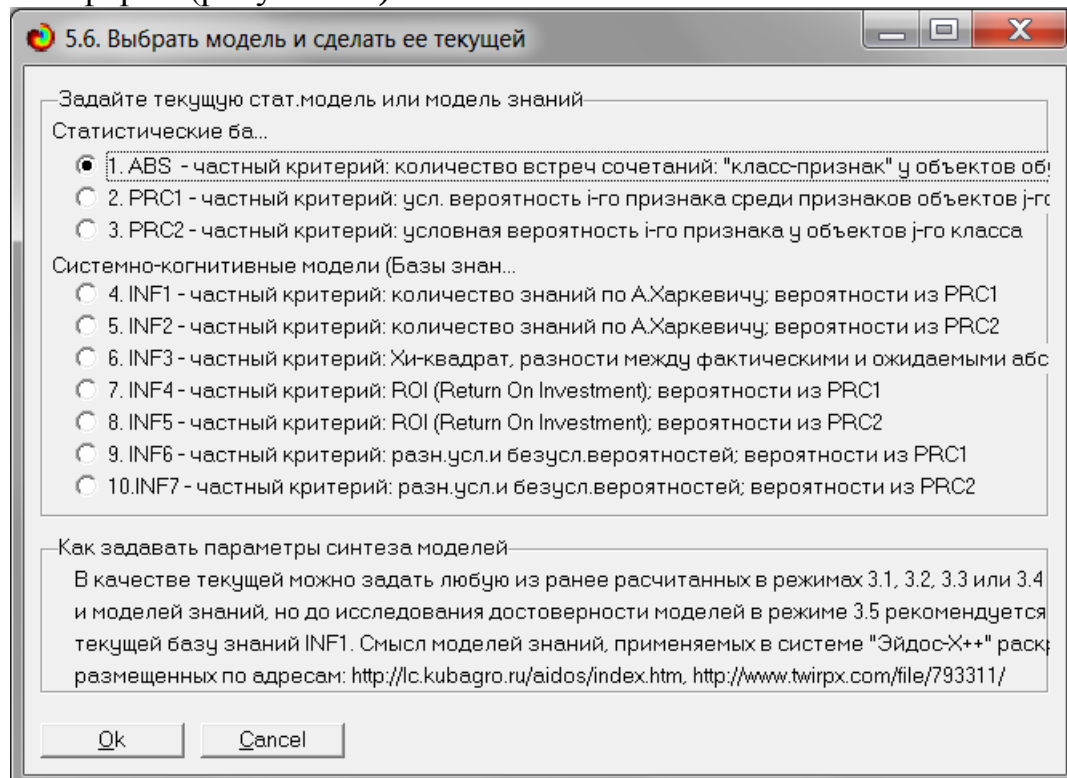


Рисунок 14. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели ABS статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу системной идентификации, т.е. определение популярности музыкальных композиций на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели ABS на GPU (рисунок 15).

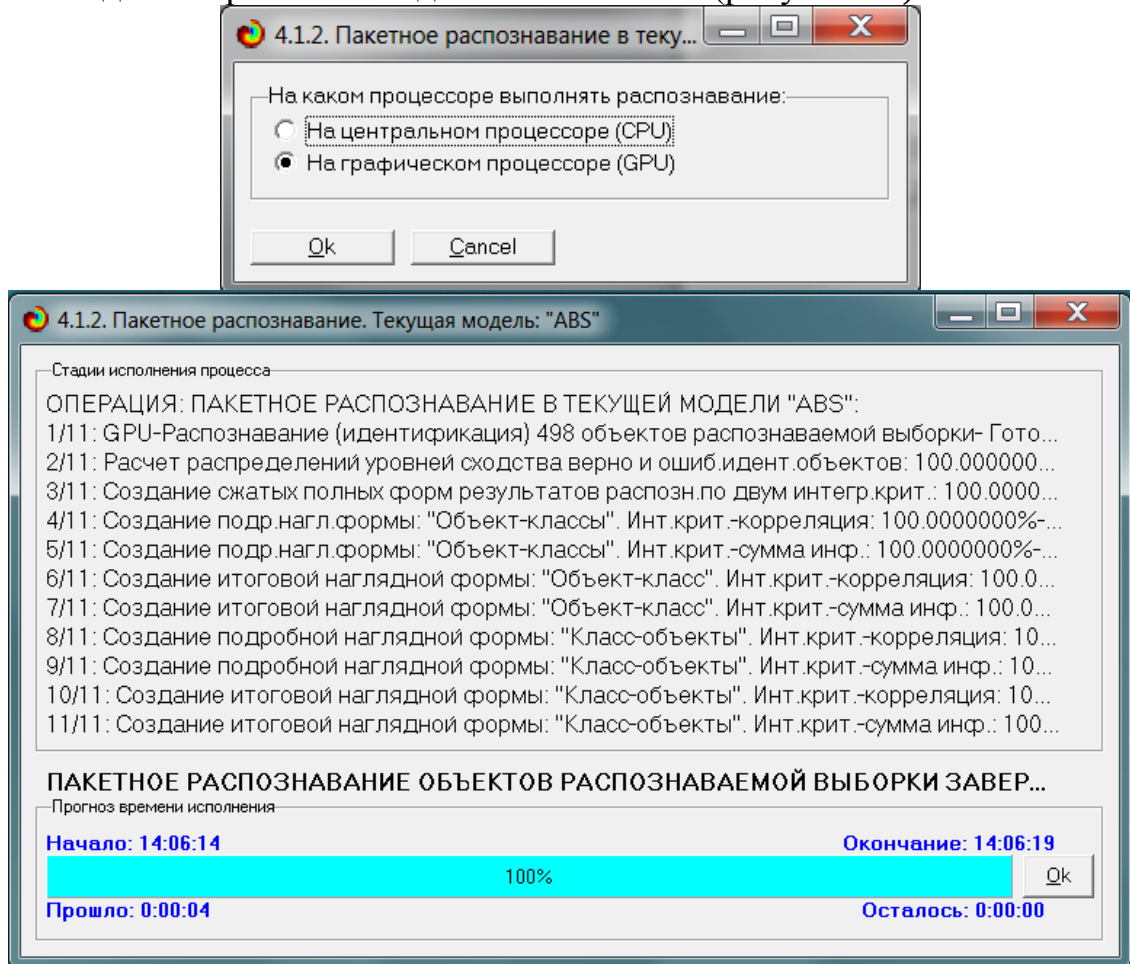


Рисунок 15. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 15 видно, что процесс идентификации занял четыре секунды.

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

Приведем две из этих десяти форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 16).

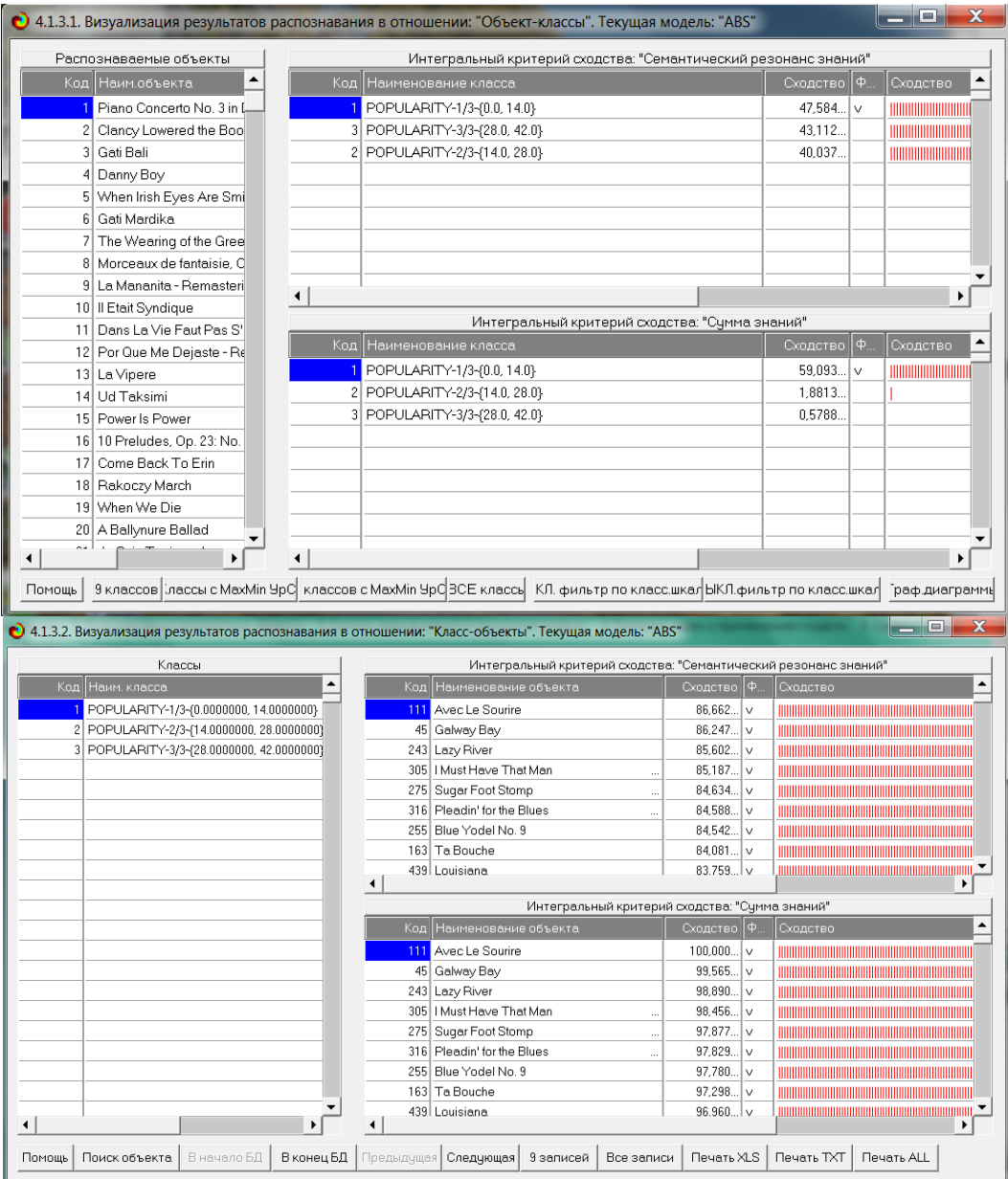


Рисунок 16. Выходные формы по результатам идентификации популярности произведения по его параметрам

Символ «✓» стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту.

Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

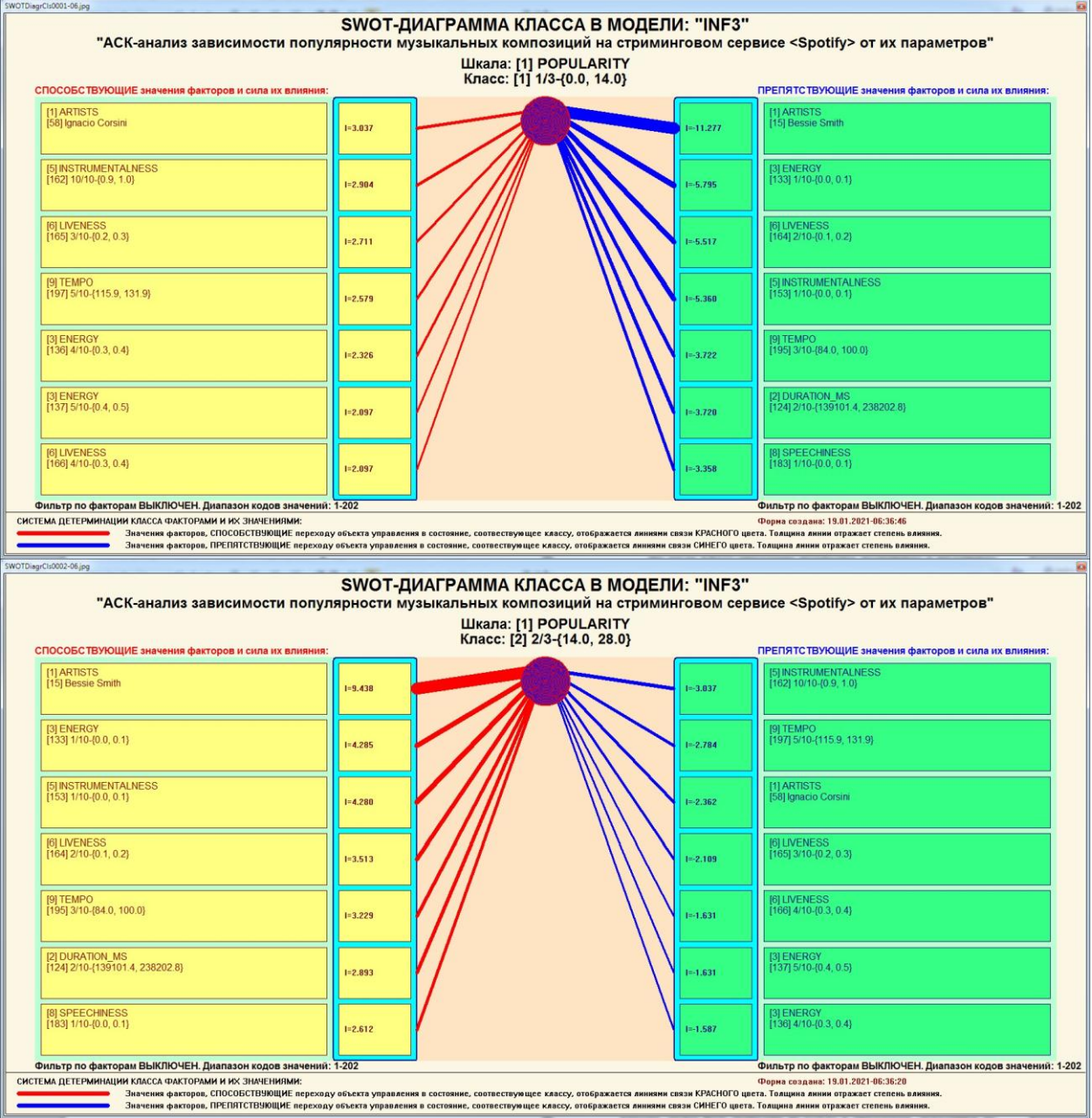
При принятии решений определяется сила и направление влияния значений факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути, это решение задачи SWOT-анализа.

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния различных значений характеристик музыкальной композиции на ее производительности.

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 17 приведены SWOT-диаграммы наглядно отражающие силу и направление влияния различных значений параметров композиции на ее популярность.



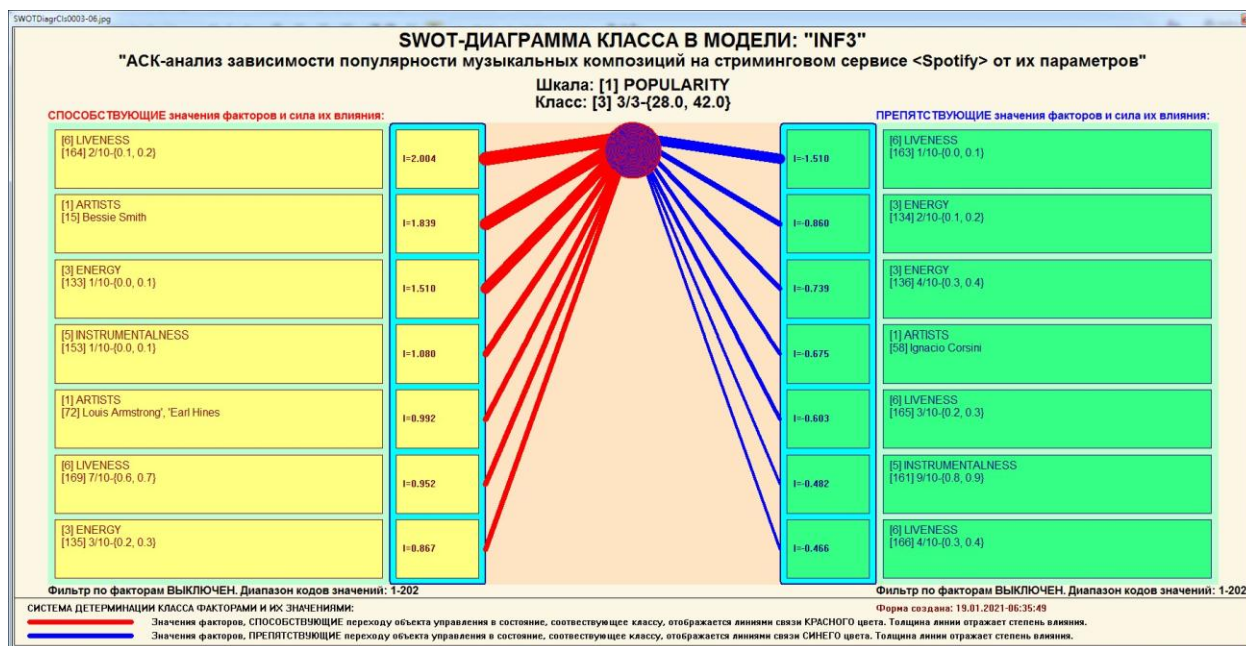


Рисунок 17. SWOT-диаграммы детерминации параметров композиций

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений параметров музыкальных произведений на их 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.

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 17, 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####Inf4.DBF, где: «####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий Краснодарским
сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н.
А.А. Хагуров
19.05.87г.

А К Т

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала
ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М. Трахов
19.05.87г.

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 Северо-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

Кириченко М.М. Кириченко
19.05.87г.

Мл.научный сотрудник

Ляшко Г.А. Ляшко
19.05.87г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":

Зав.отделом аэрокосмических и
тематических изысканий №4, к.э.н.
Самсонов Г.А. Самсонов
19.05.87г.

Главный конструктор проекта
Коренец В.И. Коренец
19.05.87г.

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

На рисунке 18 приведены примеры нескольких инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния популярности музыкальных композиций на их параметры.

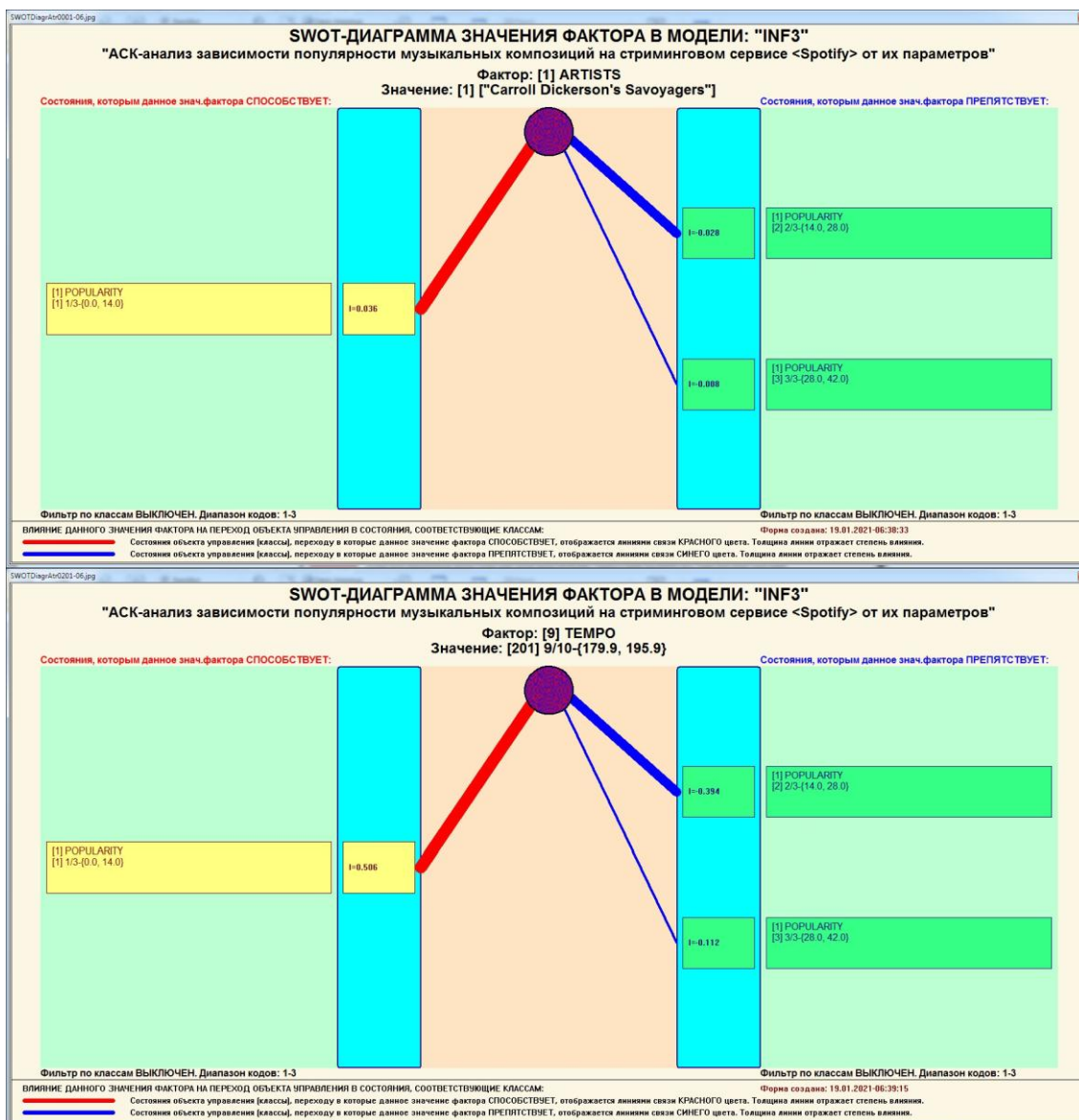


Рисунок 18. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния популярности музыкальных композиций на их параметры

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом 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 19).

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 19, показаны **количественные** оценки сходства/различия популярности музыкальных композиций. 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.

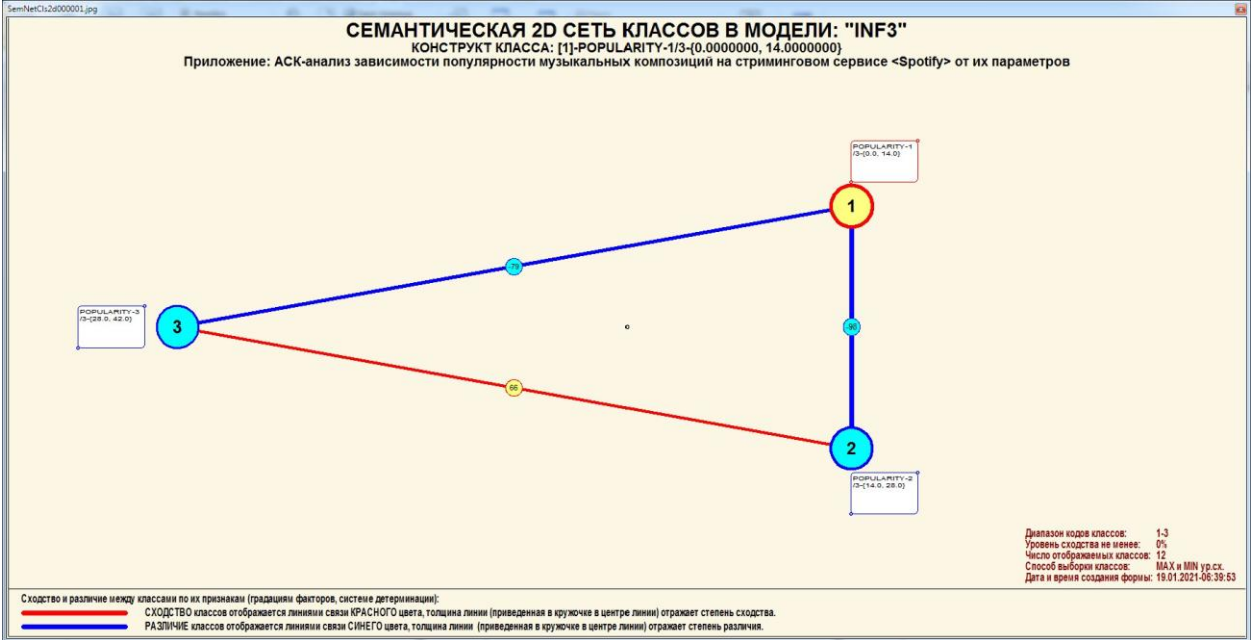


Рисунок 19. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия популярности музыкальных композиций

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 19. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 20.

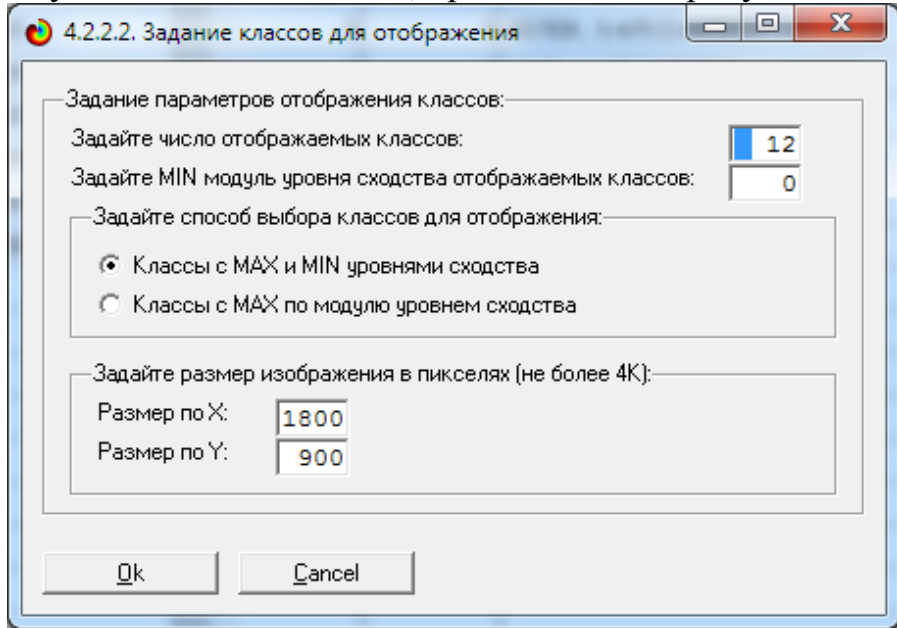


Рисунок 20. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

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 19, но и в форме агломеративных дендрограмм, полученных в результате *когнитивной кластеризации* (рисунок 21):

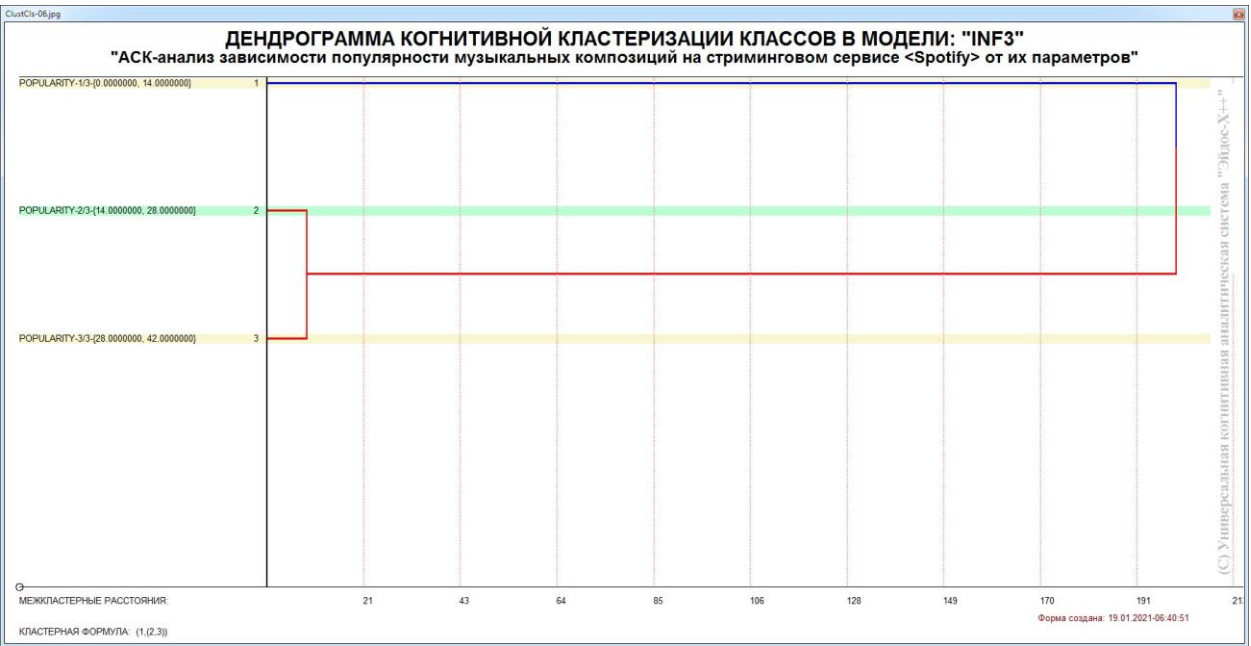


Рисунок 21. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие популярности музыкальных композиций

Из рисунков 19 и 21 мы видим, что некоторые композиции 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 параметров, а для достижения другого – совершенно другие, которые не могут наблюдаться одновременно с первыми.

Из дендрограммы когнитивной агломеративной кластеризации классов, приведенной на рисунке 21, мы видим также, что все классы образуют два противоположных кластера, являющихся полюсами конструкта, по системе значений обуславливающих значениям параметров их характеристик.

На рисунке 22 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

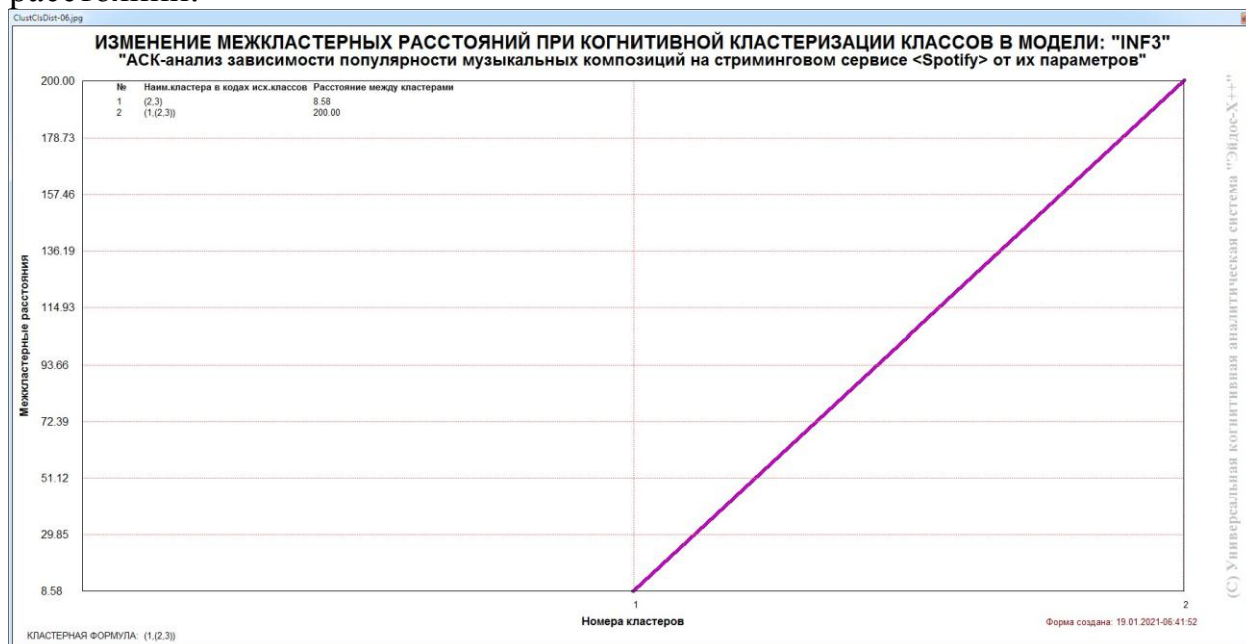


Рисунок 22. График изменения межкластерных расстояний

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений параметров по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о популярности музыкальных произведений. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 23).

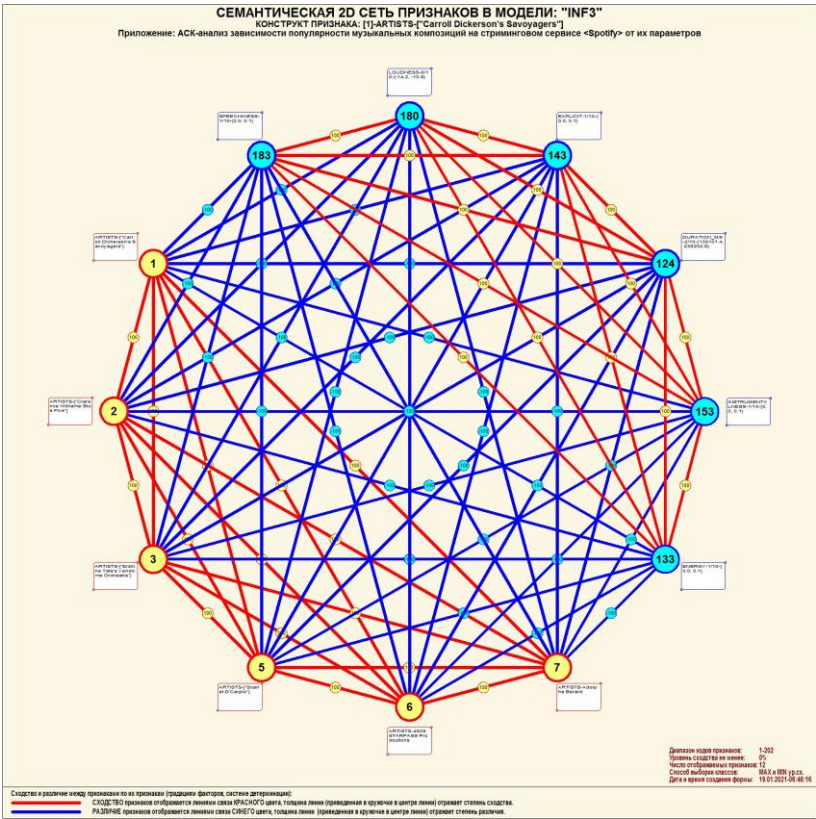


Рисунок 23. Сходство/различие параметров музыкальных произведений по их влиянию на популярность этих произведений

Из рисунка 23 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 23, 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 23, получена при параметрах, приведенных на рисунке 24.

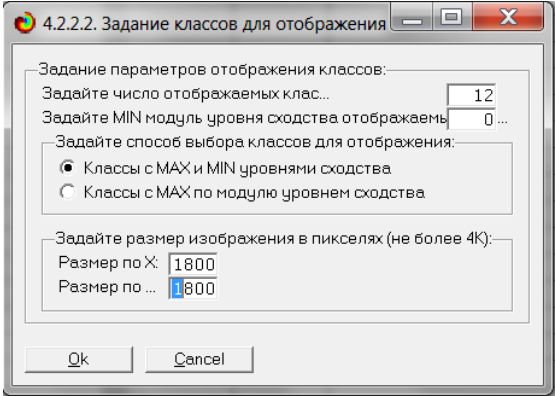
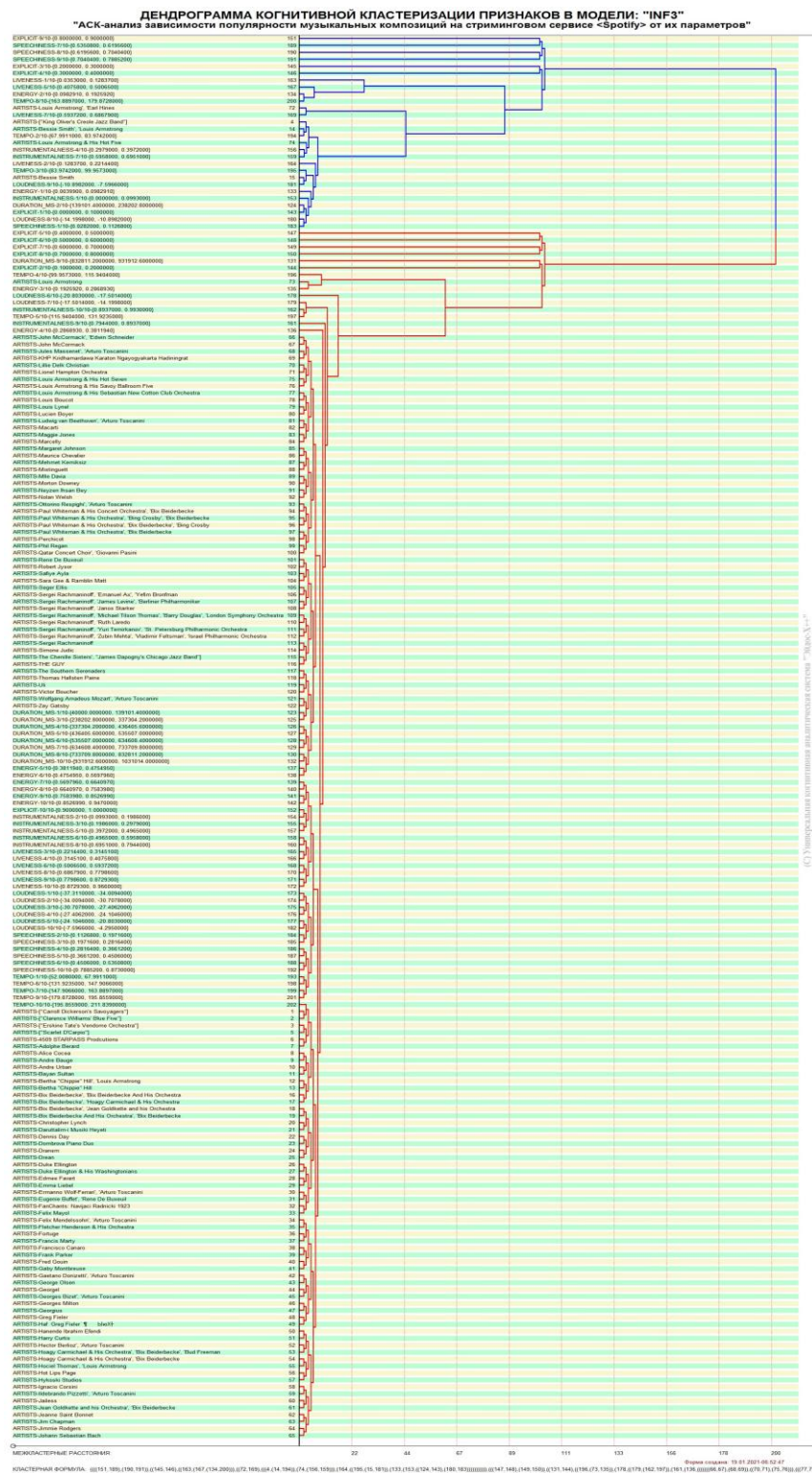


Рисунок 24. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 23

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 25 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 20.



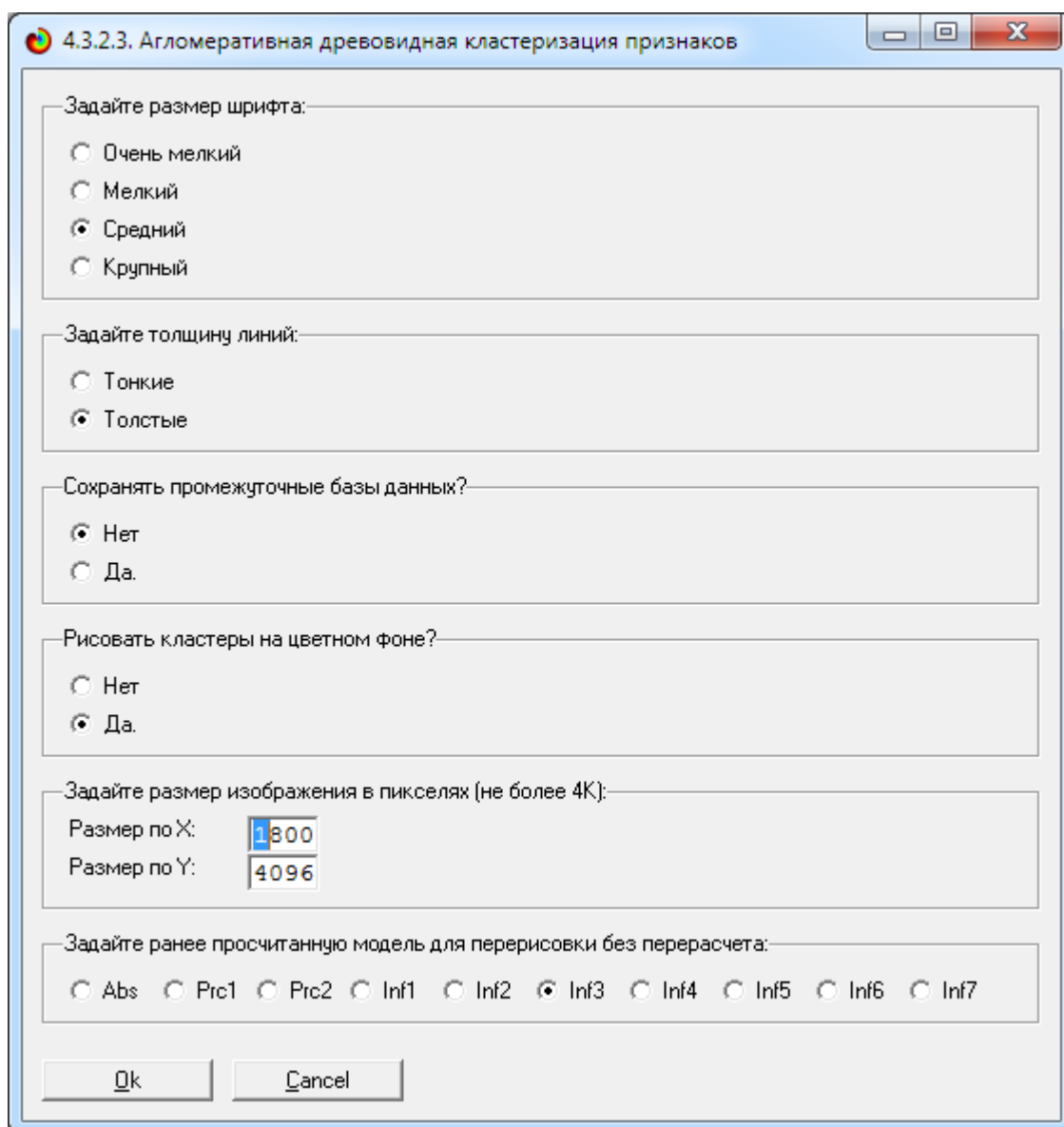
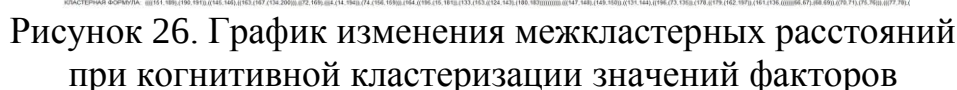


Рисунок 25. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков и параметры, при которых она получена

Из дендрограммы на рисунке 25 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 производительности процессора. **Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 25) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 21 и 23).**

На рисунке 26 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.



4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 27 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 28 фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

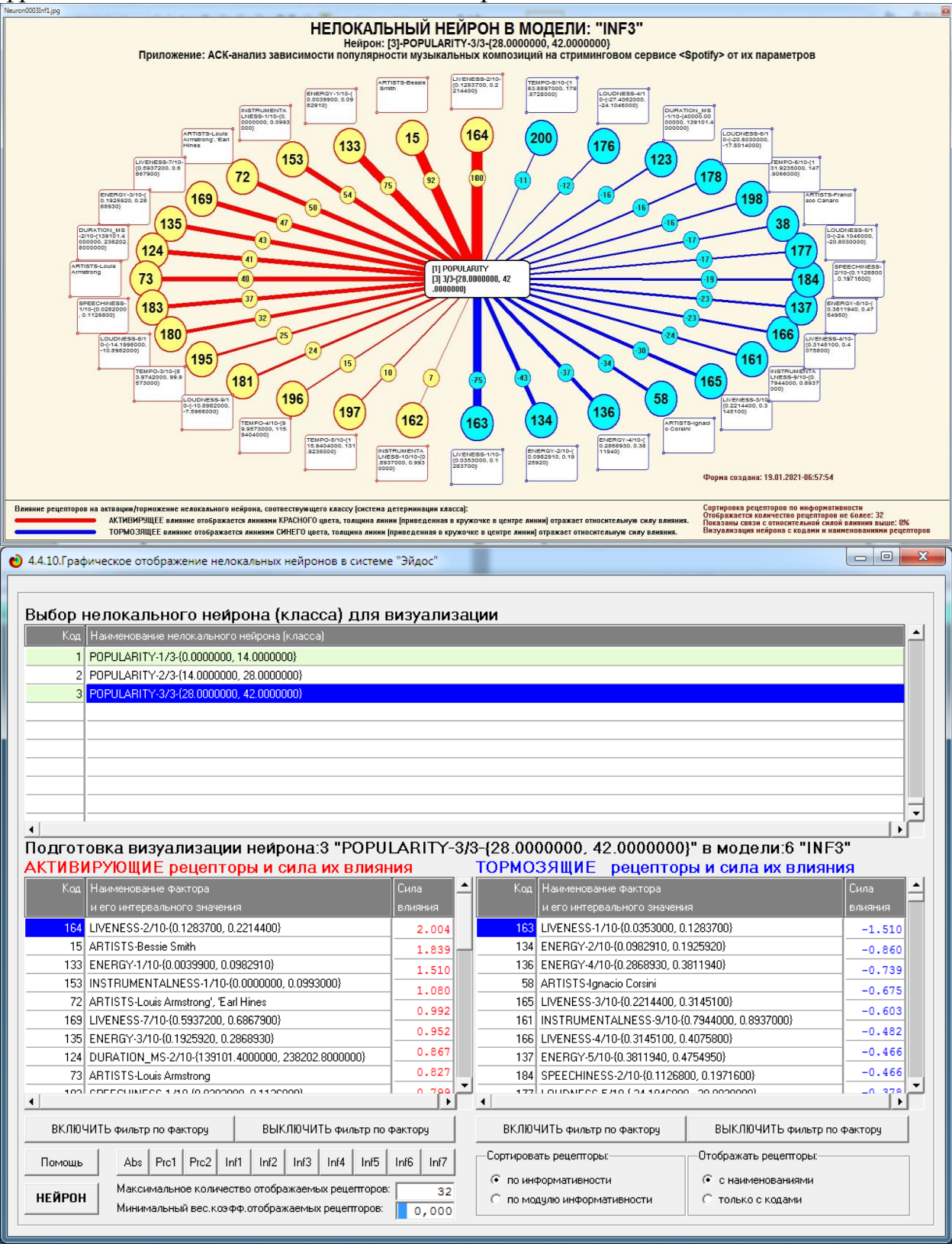


Рисунок 27. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений параметров музыкального произведения на его популярность и параметры, при которых получено изображение

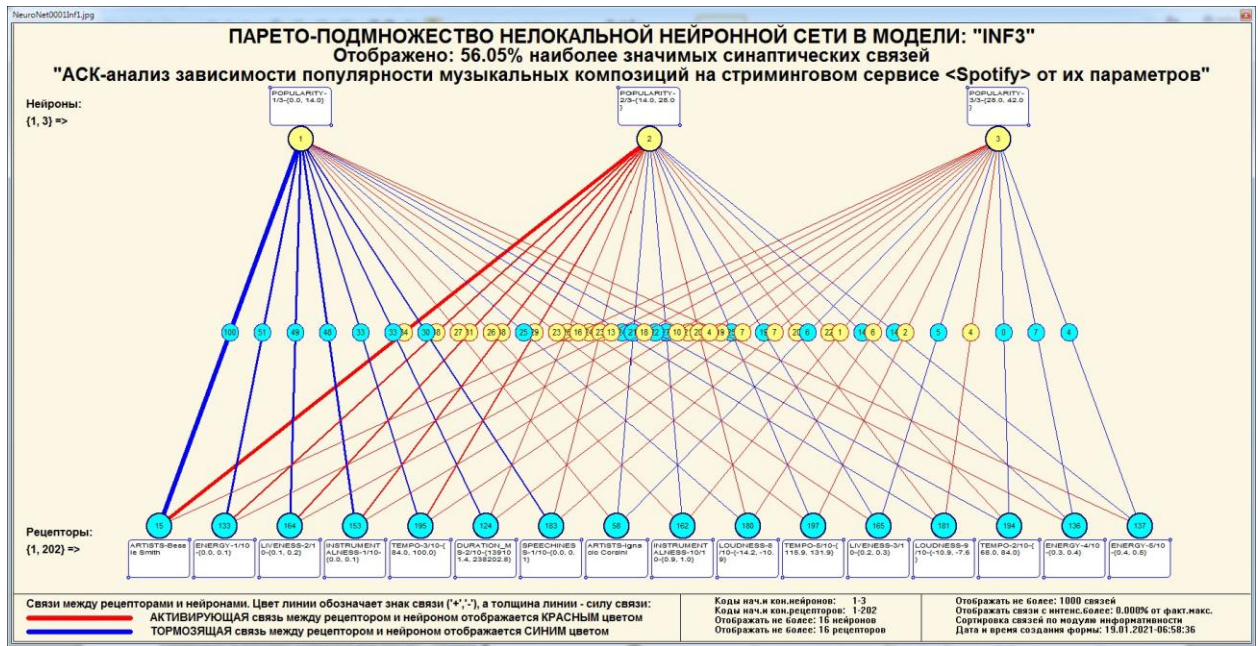


Рисунок 28. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений параметров музыкального произведения на его популярность (фрагмент 56.05% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют популярности произведения, а рецепторы – его параметрам. 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».

4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 26 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 66,50% СК-модели ABS.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отображенных соответственно на рисунках 19 и 23, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 29.

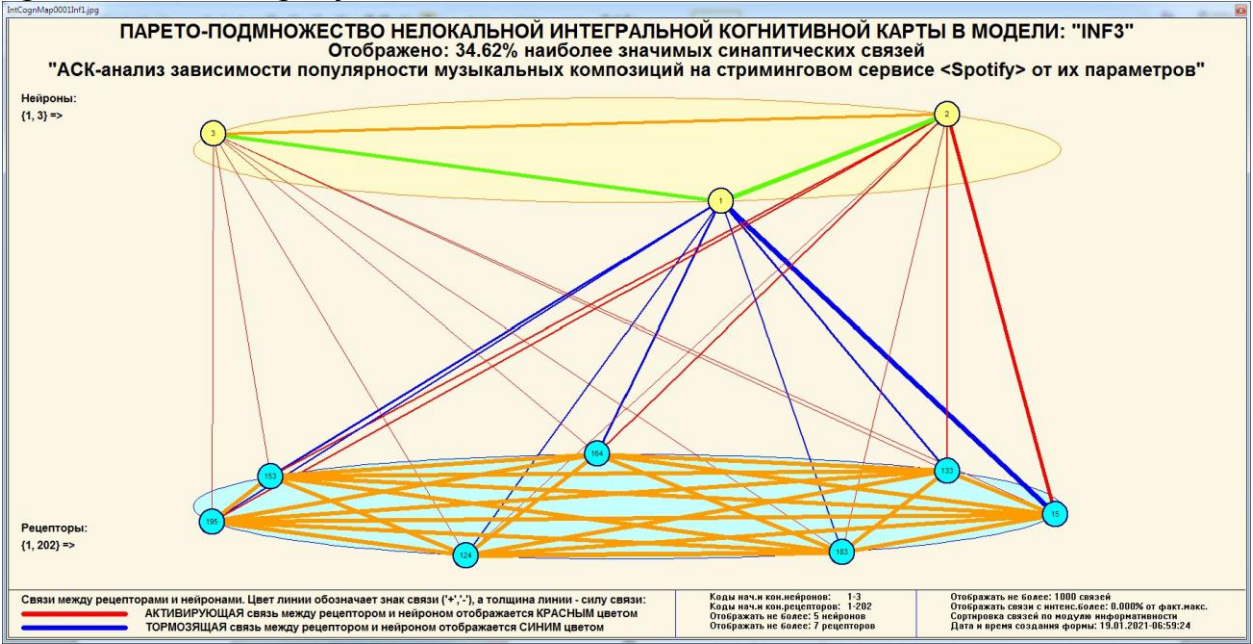


Рисунок 29. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели ABS

4.3.7. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 30).

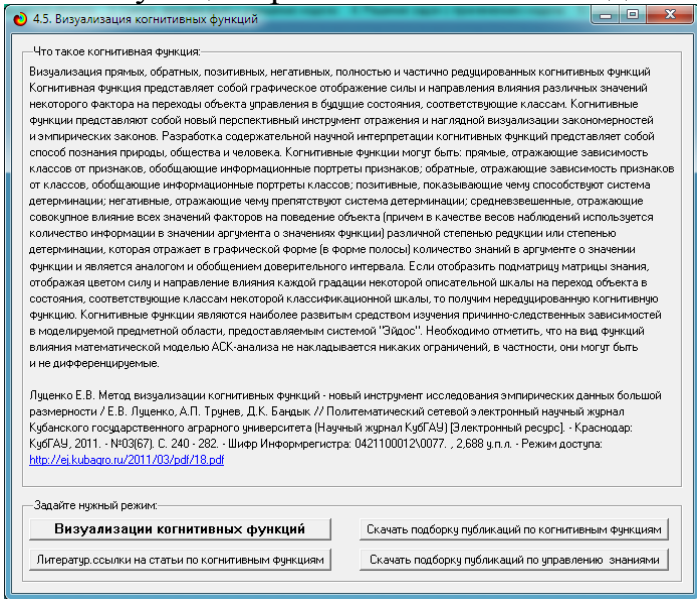


Рисунок 30. Help режима визуализации когнитивных функций

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.

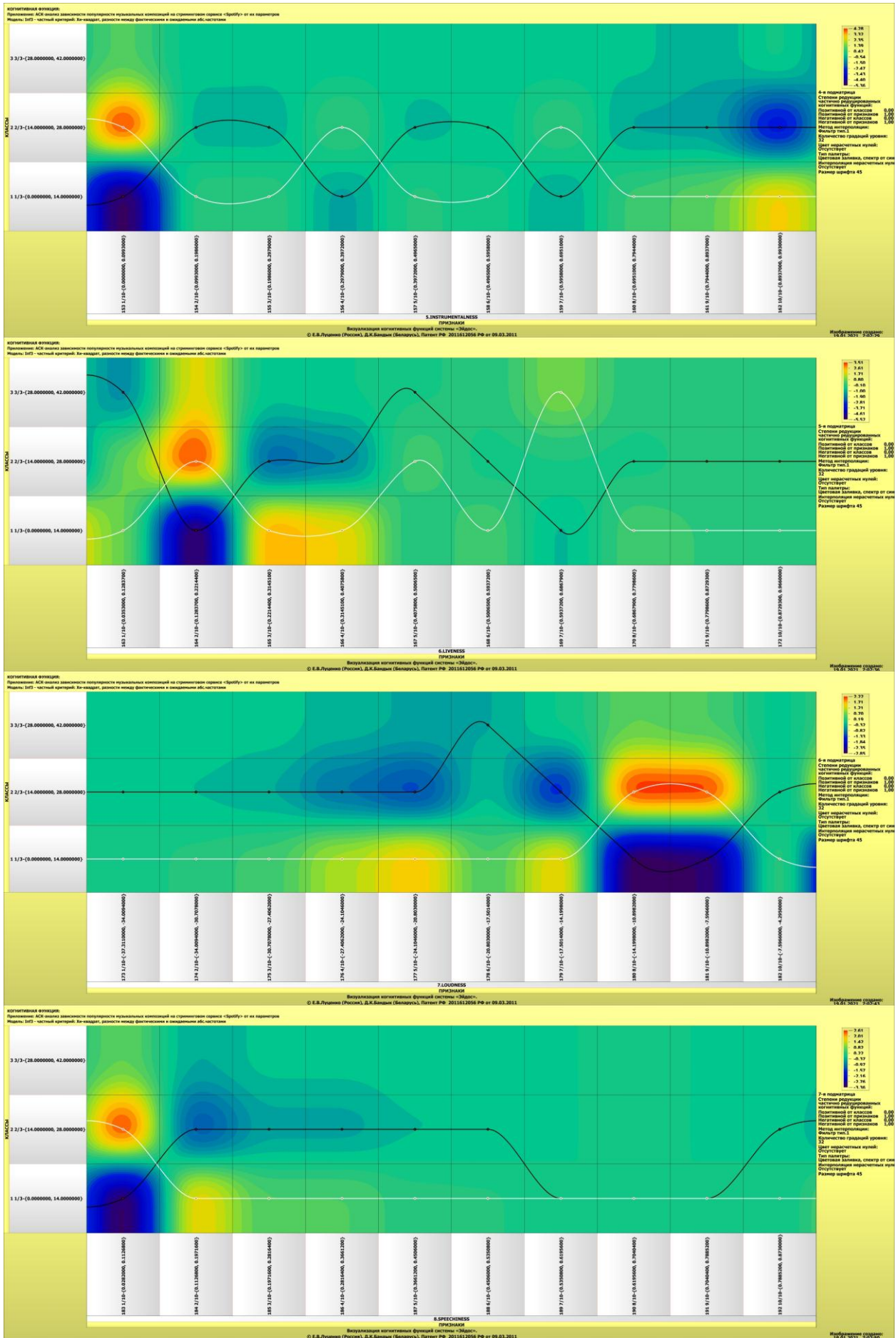
Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены 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 рисунке 31 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных параметров музыкальных произведений на их популярность.



Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 31, хорошо видно, что *зависимости между значениями параметров музыкальной композиции и ее популярностью в основном имеют довольно сильный и вполне предсказуемый характер.*

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.

Список литературы

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
2. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр

Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.

3. Lutsenko E. V. System analysis and decision-making (Automated system-cognitive analysis and solving problems of identification, decision-making and research of the simulated subject area): textbook / E. V. Lutsenko. - Krasnodar: ECSC "Eidos", 2020. - 1031 p. // August 2020, DOI: [10.13140/RG.2.2.27247.05289](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27247.05289), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), https://www.researchgate.net/publication/343998862_SYSTEM_ANALYSIS_AND_DECISION_MAKING_Automated_system-cognitive_analysis_and_solving_problems_of_identification_decision-making_and_research_of_the_simulated_subject_area, см. учебный вопрос-2.8.5. Повышение уровня системности объекта управления как цель управления.

4. Lutsenko E.V. On higher forms of consciousness, the prospects of man, technology and society (selected works) // August 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.21336.24320](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21336.24320), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), https://www.researchgate.net/publication/335057548_On_HIGHER_FORMS_of_CONSCIOUSNESS_the_PROSPECTS_of_MAN_TECHNOLOGY_AND_SOCIETY_selected_works

5. Lutsenko E.V. ABOUT THE INTERFACE: "SOUL-COMPUTER» (artificial intelligence: problems and solutions within the system information and functional paradigm of society development) // April 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.23132.85129](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23132.85129), https://www.researchgate.net/publication/332464278_ABOUT_THE_INTERFACE_SOUL-COMPUTER_artificial_intelligence_problems_and_solutions_within_the_system_information_and_functional_paradigm_of_society_development

6. 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>

7. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(021). С. 355 – 374. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0089, IDA [article ID]: 0210605031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>, 1,25 у.п.л.

8. Луценко Е.В. Существование, несуществование и изменение как эмерджентные свойства систем // Квантовая Магия, том 5, вып. 1, стр. 1215-1239, 2008. <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>

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

10. Сайт проф.Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>

11. Страницка Е.В.Луценко: https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko

12. 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.

13. ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О.Г. КУКОСЯНА // – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20266263>
14. Луценко Е.В. Формирование субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности сознанием человека и неоправданное приращение им онтологического статуса (гипостазирование) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1131509001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.
15. Луценко Е.В. Принципы и перспективы корректной содержательной интерпретации субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности, формируемых сознанием человека / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №01(115). С. 22 – 75. – IDA [article ID]: 1151601003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/01/pdf/03.pdf>, 3,375 у.п.л.
16. Луценко Е.В. Сценарный АСК-анализ как метод разработки на основе эмпирических данных базисных функций и весовых коэффициентов для разложения в ряд функции состояния объекта или ситуации по теореме А.Н.Колмогорова (1957) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №07(161). С. 76 – 120. – IDA [article ID]: 1612007009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/07/pdf/09.pdf>, 2,812 у.п.л.
17. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном 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.
18. 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.
19. 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.