

УДК 4.08

**Автоматизированный системно-когнитивный анализ характеристик футбольных команд FIFA 2020**

Петросян Артур Самвелович  
студент факультета ПИ, группы ИТ2002  
[artyr.petrosyan15@mail.ru](mailto:artyr.petrosyan15@mail.ru)

Джансузян Ролан Ашотович  
студент факультета ПИ, группы ИТ2002  
[Dzhansuzyan02@inbox.ru](mailto:Dzhansuzyan02@inbox.ru)

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

Целью данной работы является изучение характеристик футбольных клубов FIFA 2020. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-Х++», а также получить зачет. 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 characteristics of football teams FIFA 2020**

Petrosyan Artur Samvelovich  
student of the faculty of PI, group IT2002  
[artyr.petrosyan15@mail.ru](mailto:artyr.petrosyan15@mail.ru)

Dzhansuzyan Rolan Ashotovich  
student of the faculty of PI, group IT2002  
[Dzhansuzyan02@inbox.ru](mailto:Dzhansuzyan02@inbox.ru)

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

The purpose of this work is to study the characteristics of **football teams FIFA 2020**. The achievement of this goal is of great personal interest. For us, this will allow us to gain knowledge in working with the universal analytical system "Eidos-X ++", as well as get a credit. To achieve this goal, the Automated System-Cognitive Analysis (ASK-analysis) and its software tools are used - the intelligent system "Eidos".

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

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 2  |
| Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.....   | 6  |
| Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.....  | 7  |
| Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной из них для решения задач ..... | 13 |
| Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели .....  | 18 |
| Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация) .....  | 18 |
| Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ) .....  | 20 |
| Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.....  | 27 |
| 4.3.1. Когнитивные диаграммы классов .....   | 27 |
| 4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов.....   | 29 |
| 4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов .....   | 31 |
| 4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов .....  | 32 |
| 4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети .....  | 33 |
| 4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты.....  | 35 |
| 4.3.7. Когнитивные функции .....   | 36 |
| 4.3.8. Сила и направление влияния значений характеристик клубов и сила влияния этих характеристик клубов.....                            | 41 |
| 4.3.9. Степень детерминированности клубов .....  | 46 |
| 7. Выводы .....  | 48 |
| Литература.....  | 48 |

## Введение

**Целью** данной работы является изучение характеристик футбольных клубов FIFA 2020.

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.

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](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)), причем с актуальными исходными текстами ([http://lc.kubagro.ru/\\_AIDOS-X.txt](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 222, соответственно) ([http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](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 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](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;

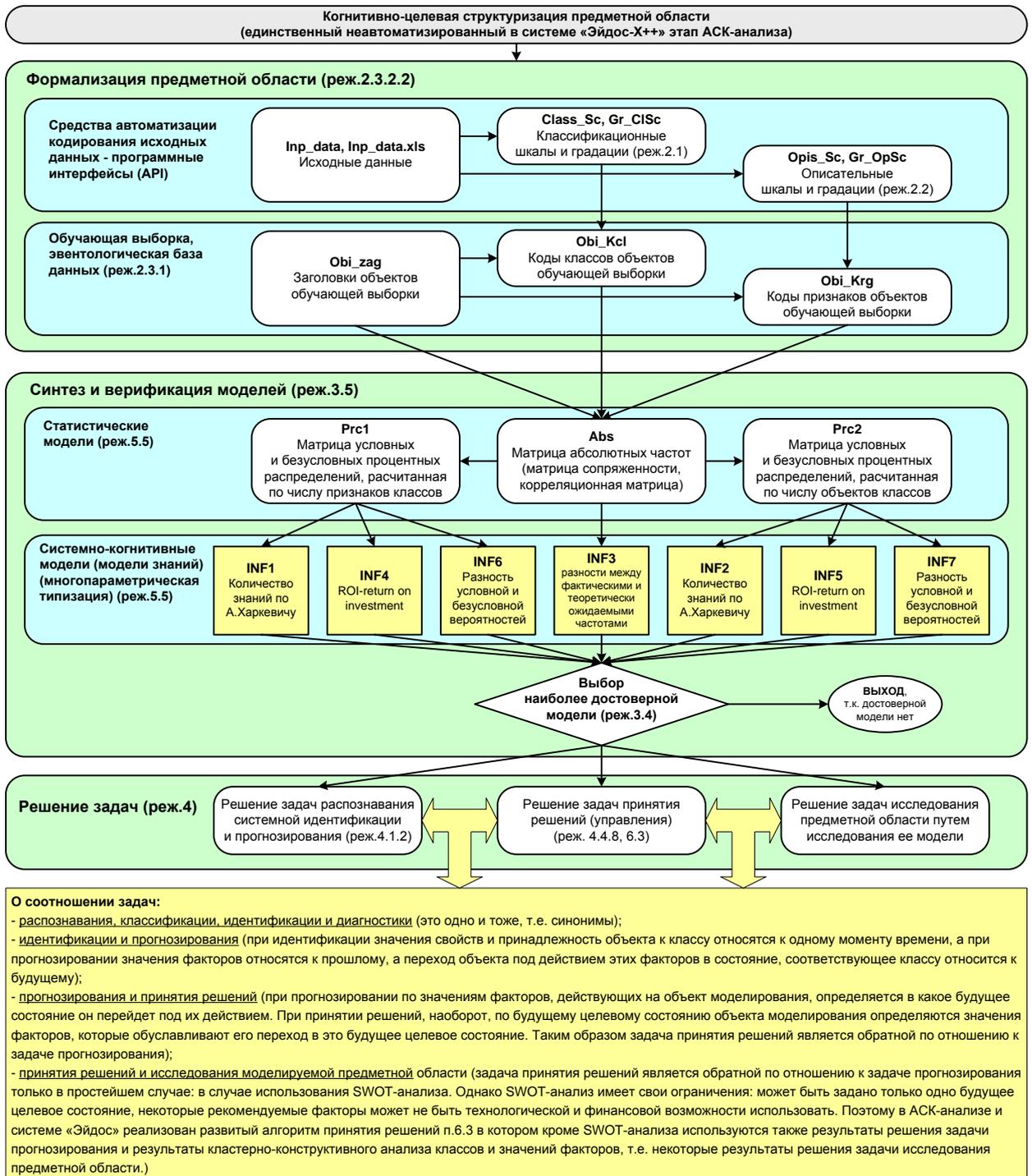
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) 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 классификационных шкал выберем категорию клубов как она обозначается в самой игре (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – имя и фамилия игроков в клубе, сколько им лет, их рост, какой вес игрока, национальность, общий рейтинг игрока, какой ногой играет игрок, позиция в клубе, скорость игрока, удары игрока, дриблинг игрока, защита игрока, физика игрока(таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная шкала

| Код | Наименование |
|-----|--------------|
| 1   | club         |

Таблица 2 – Описательные шкалы

| Код | Наименование   |
|-----|----------------|
| 1   | long_name      |
| 2   | age            |
| 3   | height_cm      |
| 4   | weight_kg      |
| 5   | nationality    |
| 6   | overall        |
| 7   | preferred_foot |
| 8   | team_position  |
| 9   | pace           |
| 10  | shooting       |
| 11  | passing        |
| 12  | dribbling      |
| 13  | defending      |
| 14  | physic         |

## Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены из самой игры, а также из других подробных таблиц клубов в игре, найденных в интернете.

|    | A           | B           | C          | D   | E         | F         | G           | H       | I              | J             | K    | L        | M       | N         | O         | P      |
|----|-------------|-------------|------------|-----|-----------|-----------|-------------|---------|----------------|---------------|------|----------|---------|-----------|-----------|--------|
| 1  | club        | club        | long_name  | age | height_cm | weight_kg | nationality | overall | preferred_foot | team_position | pace | shooting | passing | dribbling | defending | physic |
| 2  | Torino      | Torino      | Andrea Be  | 25  | 181       | 72        | Italy       | 82      | Right          | ST            | 77   | 81       | 57      | 77        | 41        | 82     |
| 3  | Chelsea     | Chelsea     | Andreas C  | 23  | 187       | 81        | Denmark     | 80      | Right          | RCB           | 68   | 31       | 63      | 68        | 82        | 72     |
| 4  | Atletico    | Atletico    | Ángel Cor  | 24  | 171       | 68        | Argentina   | 82      | Right          | SUB           | 83   | 80       | 75      | 86        | 54        | 65     |
| 5  | Paris Saint | Paris Saint | Ángel Fab  | 31  | 180       | 69        | Argentina   | 86      | Left           | LW            | 84   | 79       | 84      | 87        | 48        | 68     |
| 6  | Watford     | Watford     | Abdoulay   | 26  | 184       | 76        | France      | 81      | Right          | RDM           | 69   | 74       | 73      | 77        | 79        | 82     |
| 7  | Roma        | Roma        | Alessandr  | 28  | 173       | 67        | Italy       | 81      | Right          | RB            | 82   | 77       | 76      | 80        | 77        | 73     |
| 8  | Tigres U.A  | Tigres U.A  | Andrés-P   | 33  | 187       | 91        | France      | 80      | Right          | ST            | 69   | 82       | 71      | 71        | 43        | 83     |
| 9  | FC Barcelo  | FC Barcelo  | Antoine G  | 28  | 176       | 73        | France      | 89      | Left           | LW            | 81   | 86       | 84      | 89        | 57        | 72     |
| 10 | Real Betis  | Real Betis  | José An    | 32  | 169       | 67        | Mexico      | 81      | Left           | LCM           | 68   | 68       | 81      | 82        | 72        | 68     |
| 11 | Atalanta    | Atalanta    | Alejandro  | 31  | 165       | 68        | Argentina   | 85      | Right          | CAM           | 89   | 78       | 81      | 86        | 39        | 55     |
| 12 | Torino      | Torino      | Armando    | 27  | 183       | 78        | Italy       | 81      | Right          | RCB           | 68   | 33       | 48      | 65        | 83        | 75     |
| 13 | Roma        | Roma        | Aleksanda  | 33  | 187       | 81        | Serbia      | 82      | Left           | LB            | 69   | 74       | 81      | 76        | 82        | 79     |
| 14 | TSG 1899    | TSG 1899    | Andrej Kra | 28  | 177       | 73        | Croatia     | 83      | Right          | LS            | 73   | 85       | 73      | 85        | 30        | 71     |
| 15 | Arsenal     | Arsenal     | Alexandre  | 28  | 175       | 73        | France      | 86      | Right          | ST            | 82   | 85       | 75      | 86        | 40        | 74     |
| 16 | Manchest    | Manchest    | Aymeric U  | 25  | 189       | 85        | France      | 87      | Left           | LCB           | 64   | 50       | 71      | 68        | 88        | 82     |
| 17 | Beşiktaş    | Beşiktaş    | Adem Ljaj  | 27  | 182       | 74        | Serbia      | 81      | Right          | CAM           | 78   | 75       | 80      | 84        | 37        | 61     |
| 18 | Real Betis  | Real Betis  | Alissa Ma  | 27  | 184       | 78        | Algeria     | 80      | Right          | SUB           | 66   | 46       | 74      | 70        | 81        | 72     |
| 19 | Manchest    | Manchest    | Anthony M  | 23  | 184       | 76        | France      | 83      | Right          | ST            | 89   | 81       | 72      | 86        | 41        | 71     |
| 20 | Napoli      | Napoli      | Arkadiusz  | 25  | 186       | 78        | Poland      | 83      | Left           | RS            | 69   | 85       | 64      | 76        | 39        | 74     |
| 21 | Liverpool   | Liverpool   | Alex Oxla  | 25  | 175       | 70        | England     | 80      | Right          | SUB           | 82   | 73       | 78      | 84        | 66        | 73     |
| 22 | Borussia M  | Borussia M  | Alassane F | 26  | 181       | 79        | France      | 81      | Right          | LS            | 76   | 81       | 76      | 78        | 39        | 74     |
| 23 | Juventus    | Juventus    | Adrien Ra  | 24  | 192       | 80        | France      | 83      | Left           | LCM           | 73   | 74       | 79      | 80        | 77        | 80     |
| 24 | Juventus    | Juventus    | Aaron Ran  | 28  | 183       | 76        | Wales       | 83      | Right          | SUB           | 68   | 77       | 79      | 80        | 68        | 74     |
| 25 | Eintracht   | Eintracht   | Ante Rebi  | 25  | 185       | 78        | Croatia     | 80      | Right          | ST            | 88   | 80       | 70      | 78        | 39        | 81     |
| 26 | Liverpool   | Liverpool   | Andrew R   | 25  | 178       | 64        | Scotland    | 85      | Left           | LB            | 85   | 62       | 77      | 79        | 80        | 75     |
| 27 | Milan       | Milan       | Alessio Ro | 24  | 188       | 78        | Italy       | 83      | Left           | LCB           | 63   | 40       | 55      | 66        | 85        | 79     |
| 28 | Chelsea     | Chelsea     | Antonio R  | 26  | 190       | 85        | Germany     | 82      | Right          | SUB           | 72   | 43       | 67      | 63        | 82        | 78     |
| 29 | Manchest    | Manchest    | Alexis Ale | 30  | 169       | 62        | Chile       | 82      | Right          | SUB           | 81   | 78       | 77      | 85        | 44        | 73     |
| 30 | FC Barcelo  | FC Barcelo  | Arturo Vic | 32  | 180       | 75        | Chile       | 84      | Right          | SUB           | 67   | 79       | 80      | 78        | 85        | 86     |
| 31 | Borussia D  | Borussia D  | Axel Wits  | 30  | 186       | 81        | Belgium     | 85      | Right          | LDM           | 73   | 74       | 80      | 79        | 83        | 81     |
| 32 | Athletic C  | Athletic C  | Aritz Adur | 38  | 182       | 78        | Spain       | 82      | Right          | ST            | 61   | 82       | 64      | 75        | 49        | 74     |
| 33 | Juventus    | Juventus    | Alex Sand  | 28  | 180       | 80        | Brazil      | 85      | Left           | LB            | 83   | 65       | 77      | 80        | 82        | 82     |
| 34 | FC Porto    | FC Porto    | Alex Nico  | 26  | 181       | 71        | Brazil      | 84      | Left           | LB            | 85   | 72       | 84      | 81        | 80        | 76     |
| 35 | Napoli      | Napoli      | Allan Mar  | 28  | 175       | 74        | Brazil      | 85      | Right          | RCM           | 75   | 71       | 78      | 84        | 85        | 84     |

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.

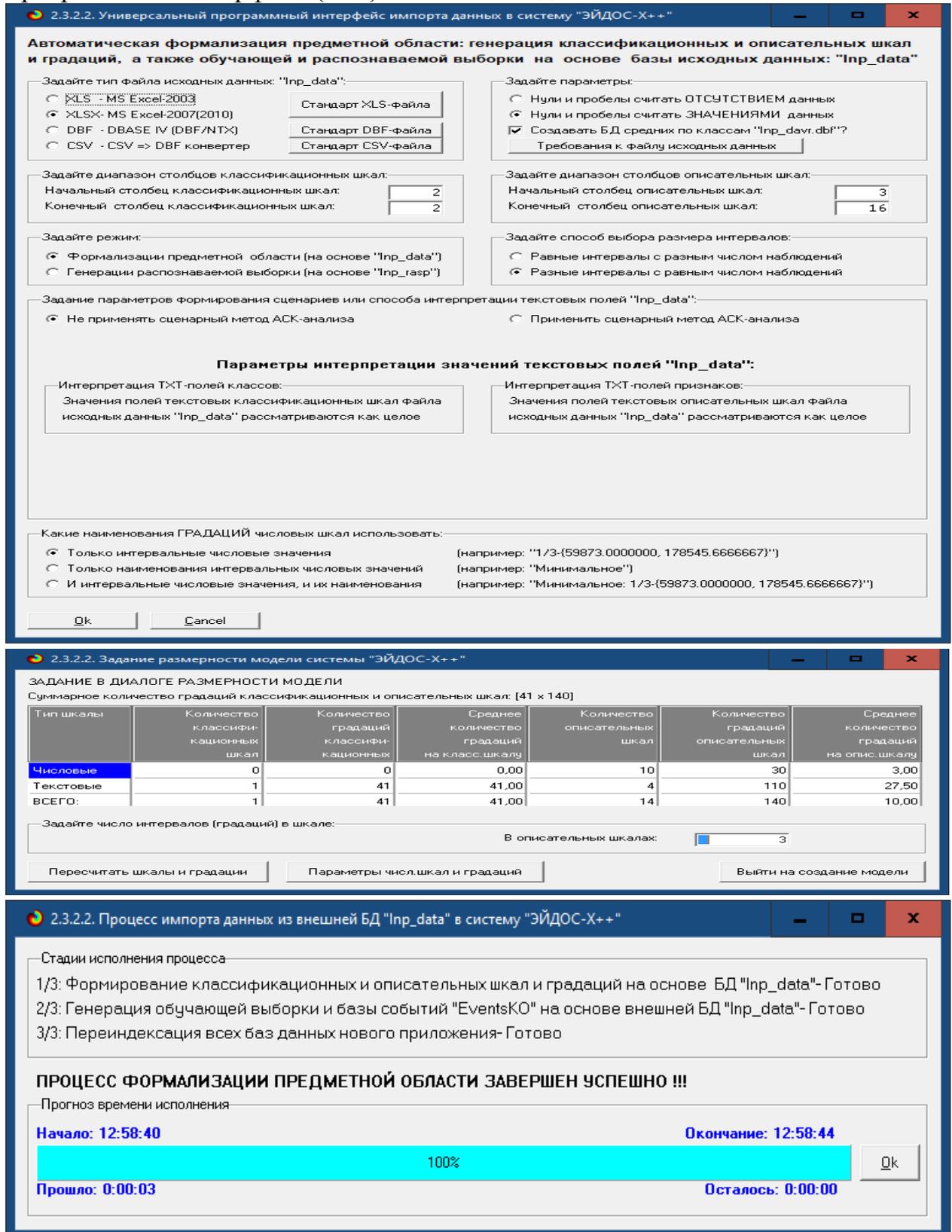


Рисунок 3. Экранные форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

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) 1 (таблица 3) и 14 описательных шкал с суммарным числом градаций 140 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 5):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации клубов

| Код | Название |
|-----|----------|
| 1   | Club     |

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации клубов

| Код | Название                 | Код | Название         |
|-----|--------------------------|-----|------------------|
| 1   | 1/69-Aaron Ramsey        | 38  | 38/69-Bas Dost   |
| 2   | 2/69-Abdoulaye DoucourГс | 39  | 39/69-Ben Foster |

|     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|
| 3   | 3/69-Adem Ljajić                          | 40  | 40/69-Benedikt Hf wedes                       |
| 4   | 4/69-Adrien Rabiot                        | 41  | 41/69-Benjamin Mendy                          |
| 5   | 5/69-Alassane Plea                        | 42  | 42/69-Bernard Anício Caldeira Duarte          |
| 6   | 6/69-Alejandro Darío Gómez                | 43  | 43/69-Bernardo Mota Veiga de Carvalho e Silva |
| 7   | 7/69-Aleksandar Kolarov                   | 44  | 44/69-Berát Etxebarria Urkiaga                |
| 8   | 8/69-Alessandro Florenzi                  | 45  | 45/69-Blaise Matuidi                          |
| 9   | 9/69-Alessio Romagnoli                    | 46  | 46/69-Borja Iglesias Quintas                  |
| 10  | 10/69-Alex Nicolao Telles                 | 47  | 47/69-Bruno Miguel Borges Fernandes           |
| 11  | 11/69-Alex Oxlade-Chamberlain             | 48  | 48/69-Callum Wilson                           |
| 12  | 12/69-Alex Sandro Lobo Silva              | 49  | 49/69-Carlos Alberto Vela Garrido             |
| 13  | 13/69-Alexandre Lacazette                 | 50  | 50/69-Carlos Henrique Venancio Casimiro       |
| 14  | 14/69-Alexis Alejandro Sánchez Sánchez    | 51  | 51/69-Carlos Soler Barragán                   |
| 15  | 15/69-Allan Marques Loureiro              | 52  | 52/69-Charles Mariano Aránguiz Sandoval       |
| 16  | 16/69-Ander Herrera Agüera                | 53  | 53/69-Chris Smalling                          |
| 17  | 17/69-Anderson Souza Conceição            | 54  | 54/69-Christian Dannemann Eriksen             |
| 18  | 18/69-Andrea Belotti                      | 55  | 55/69-Christoph Kramer                        |
| 19  | 19/69-Andreas Christensen                 | 56  | 56/69-Ciro Immobile                           |
| 20  | 20/69-Andrej Kramarić                     | 57  | 57/69-Clément Lenglet                         |
| 21  | 21/69-Andrew Robertson                    | 58  | 58/69-Corentin Tolisso                        |
| 22  | 22/69-André-Pierre Gignac                 | 59  | 59/69-Ćdric Bakambu                           |
| 23  | 23/69-André Filipe Tavares Gomes          | 60  | 60/69-Ćesar Azpilicueta Tanco                 |
| 24  | 24/69-André Gomes Magalhaes de Almeida    | 61  | 61/69-Daniel Carvajal Ramos                   |
| 25  | 25/69-Ante Rebić                          | 62  | 62/69-José Andrés Guardado Hernández          |
| 26  | 26/69-Anthony Martial                     | 63  | 63/69-José Ángel Gómez Campaña                |
| 27  | 27/69-Antoine Griezmann                   | 64  | 64/69-Juan Bernat Velasco                     |
| 28  | 28/69-Antonio Rüdiger                     | 65  | 65/69-Marc Bartra Aregall                     |
| 29  | 29/69-Aritz Aduriz Zubeldia               | 66  | 66/69-Sergio Canales Madrazo                  |
| 30  | 30/69-Arkadiusz Milik                     | 67  | 67/69-Vitorino Gabriel Pacheco Antunes        |
| 31  | 31/69-Armando Izzo                        | 68  | 68/69-Ángel Correa                            |
| 32  | 32/69-Arthur Henrique Ramos Oliveira Melo | 69  | 69/69-Ángel Fabián Di María-a Hernández       |
| 33  | 33/69-Arturo Vidal                        | 70  | 1/3-{22.0000000, 26.0000000}                  |
| 34  | 34/69-Axel Witsel                         | 71  | 2/3-{26.0000000, 28.0000000}                  |
| 35  | 35/69-Aymeric Laporte                     | 72  | 3/3-{28.0000000, 38.0000000}                  |
| 36  | 36/69-Aÿssa Mandi                         | 73  | 1/3-{164.0000000, 179.0000000}                |
| 37  | 37/69-Bafétimbi Gomis                     | 74  | 2/3-{179.0000000, 184.0000000}                |
| 75  | 3/3-{184.0000000, 196.0000000}            | 108 | 5/19-LCB                                      |
| 76  | 1/3-{60.0000000, 73.0000000}              | 109 | 6/19-LCM                                      |
| 77  | 2/3-{73.0000000, 78.0000000}              | 110 | 7/19-LDM                                      |
| 78  | 3/3-{78.0000000, 91.0000000}              | 111 | 8/19-LM                                       |
| 79  | 1/20-Algeria                              | 112 | 9/19-LS                                       |
| 80  | 2/20-Argentina                            | 113 | 10/19-LW                                      |
| 81  | 3/20-Belgium                              | 114 | 11/19-RB                                      |
| 82  | 4/20-Brazil                               | 115 | 12/19-RCB                                     |
| 83  | 5/20-Chile                                | 116 | 13/19-RCM                                     |
| 84  | 6/20-Croatia                              | 117 | 14/19-RDM                                     |
| 85  | 7/20-Denmark                              | 118 | 15/19-RM                                      |
| 86  | 8/20-DR Congo                             | 119 | 16/19-RS                                      |
| 87  | 9/20-England                              | 120 | 17/19-RW                                      |
| 88  | 10/20-France                              | 121 | 18/19-ST                                      |
| 89  | 11/20-Germany                             | 122 | 19/19-SUB                                     |
| 90  | 12/20-Italy                               | 123 | 1/3-{0.0000000, 69.0000000}                   |
| 91  | 13/20-Mexico                              | 124 | 2/3-{69.0000000, 78.0000000}                  |
| 92  | 14/20-Netherlands                         | 125 | 3/3-{78.0000000, 90.0000000}                  |
| 93  | 15/20-Poland                              | 126 | 1/3-{0.0000000, 69.0000000}                   |
| 94  | 16/20-Portugal                            | 127 | 2/3-{69.0000000, 78.0000000}                  |
| 95  | 17/20-Scotland                            | 128 | 3/3-{78.0000000, 86.0000000}                  |
| 96  | 18/20-Serbia                              | 129 | 1/3-{0.0000000, 73.0000000}                   |
| 97  | 19/20-Spain                               | 130 | 2/3-{73.0000000, 78.0000000}                  |
| 98  | 20/20-Wales                               | 131 | 3/3-{78.0000000, 90.0000000}                  |
| 99  | 1/3-{80.0000000, 81.0000000}              | 132 | 1/3-{0.0000000, 76.0000000}                   |
| 100 | 2/3-{81.0000000, 83.0000000}              | 133 | 2/3-{76.0000000, 81.0000000}                  |
| 101 | 3/3-{83.0000000, 89.0000000}              | 134 | 3/3-{81.0000000, 92.0000000}                  |
| 102 | 1/2-Left                                  | 135 | 1/3-{0.0000000, 51.0000000}                   |

|     |           |     |                              |
|-----|-----------|-----|------------------------------|
| 103 | 2/2-Right | 136 | 2/3-{51.0000000, 79.0000000} |
| 104 | 1/19-CAM  | 137 | 3/3-{79.0000000, 88.0000000} |
| 105 | 2/19-CDM  | 138 | 1/3-{0.0000000, 72.0000000}  |
| 106 | 3/19-GK   | 139 | 2/3-{72.0000000, 77.0000000} |
| 107 | 4/19-LB   | 140 | 3/3-{77.0000000, 89.0000000} |

Таблица 5 – Обучающая выборка

| NAME_OBJ                     | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8  | N9  | N10 | N11 | N12 | N13 | N14 | N15 | N16 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Torino                       | 37 | 18 | 70 | 74 | 76 | 90 | 100 | 103 | 121 | 124 | 128 | 129 | 133 | 135 | 140 |
| Chelsea                      | 12 | 19 | 70 | 75 | 78 | 85 | 99  | 103 | 115 | 123 | 126 | 129 | 132 | 137 | 138 |
| Atletico Madrid              | 5  | 68 | 70 | 73 | 76 | 80 | 100 | 103 | 122 | 125 | 128 | 130 | 134 | 136 | 138 |
| Paris Saint-Germain          | 30 | 69 | 72 | 74 | 76 | 80 | 101 | 102 | 113 | 125 | 128 | 131 | 134 | 135 | 138 |
| Watford                      | 41 | 2  | 70 | 74 | 77 | 88 | 99  | 103 | 117 | 123 | 127 | 129 | 133 | 136 | 140 |
| Roma                         | 33 | 8  | 71 | 73 | 76 | 90 | 99  | 103 | 114 | 125 | 127 | 130 | 133 | 136 | 139 |
| Tigres U.A.N.L.              | 36 | 22 | 72 | 75 | 78 | 88 | 99  | 103 | 121 | 123 | 128 | 129 | 132 | 135 | 140 |
| FC Barcelona                 | 15 | 27 | 71 | 73 | 76 | 88 | 101 | 102 | 113 | 125 | 128 | 131 | 134 | 136 | 138 |
| Real Betis                   | 31 | 62 | 72 | 73 | 76 | 91 | 99  | 102 | 109 | 123 | 126 | 131 | 134 | 136 | 138 |
| Atalanta                     | 3  | 6  | 72 | 73 | 76 | 80 | 101 | 103 | 104 | 125 | 127 | 131 | 134 | 135 | 138 |
| Torino                       | 37 | 31 | 71 | 74 | 77 | 90 | 99  | 103 | 115 | 123 | 126 | 129 | 132 | 137 | 139 |
| Roma                         | 33 | 7  | 72 | 75 | 78 | 96 | 100 | 102 | 107 | 123 | 127 | 131 | 132 | 137 | 140 |
| TSG 1899 Hoffenheim          | 39 | 20 | 71 | 73 | 76 | 84 | 100 | 103 | 112 | 124 | 128 | 129 | 134 | 135 | 138 |
| Arsenal                      | 2  | 13 | 71 | 73 | 76 | 88 | 101 | 103 | 121 | 125 | 128 | 130 | 134 | 135 | 139 |
| Manchester City              | 26 | 35 | 70 | 75 | 78 | 88 | 101 | 102 | 108 | 123 | 126 | 129 | 132 | 137 | 140 |
| BeE_iktaE_JK                 | 8  | 3  | 71 | 74 | 77 | 96 | 99  | 103 | 104 | 124 | 127 | 131 | 134 | 135 | 138 |
| Real Betis                   | 31 | 36 | 71 | 74 | 77 | 79 | 99  | 103 | 122 | 123 | 126 | 130 | 132 | 137 | 138 |
| Manchester United            | 27 | 26 | 70 | 74 | 77 | 88 | 100 | 103 | 121 | 125 | 128 | 129 | 134 | 135 | 138 |
| Napoli                       | 29 | 30 | 70 | 75 | 77 | 93 | 100 | 102 | 119 | 123 | 128 | 129 | 132 | 135 | 139 |
| Liverpool                    | 23 | 11 | 70 | 73 | 76 | 87 | 99  | 103 | 122 | 125 | 127 | 130 | 134 | 136 | 139 |
| Borussia MГ<br>nchengladbach | 10 | 5  | 70 | 74 | 78 | 88 | 99  | 103 | 112 | 124 | 128 | 130 | 133 | 135 | 139 |
| Juventus                     | 20 | 4  | 70 | 75 | 78 | 88 | 100 | 102 | 109 | 124 | 127 | 131 | 133 | 136 | 140 |
| Juventus                     | 20 | 1  | 71 | 74 | 77 | 98 | 100 | 103 | 122 | 123 | 127 | 131 | 133 | 136 | 139 |
| Eintracht Frankfurt          | 13 | 25 | 70 | 75 | 77 | 84 | 99  | 103 | 121 | 125 | 128 | 129 | 133 | 135 | 140 |
| Liverpool                    | 23 | 21 | 70 | 73 | 76 | 95 | 101 | 102 | 107 | 125 | 126 | 130 | 133 | 137 | 139 |
| Milan                        | 28 | 9  | 70 | 75 | 77 | 90 | 100 | 102 | 108 | 123 | 126 | 129 | 132 | 137 | 140 |
| Chelsea                      | 12 | 28 | 70 | 75 | 78 | 89 | 100 | 103 | 122 | 124 | 126 | 129 | 132 | 137 | 140 |
| Manchester United            | 27 | 14 | 72 | 73 | 76 | 83 | 100 | 103 | 122 | 125 | 127 | 130 | 134 | 135 | 139 |
| FC Barcelona                 | 15 | 33 | 72 | 74 | 77 | 83 | 101 | 103 | 122 | 123 | 128 | 131 | 133 | 137 | 140 |
| Borussia Dortmund            | 9  | 34 | 72 | 75 | 78 | 81 | 101 | 103 | 110 | 124 | 127 | 131 | 133 | 137 | 140 |
| Athletic Club de Bilbao      | 4  | 29 | 72 | 74 | 77 | 97 | 100 | 103 | 121 | 123 | 128 | 129 | 132 | 135 | 139 |
| Juventus                     | 20 | 12 | 71 | 74 | 78 | 82 | 101 | 102 | 107 | 125 | 126 | 130 | 133 | 137 | 140 |
| FC Porto                     | 17 | 10 | 70 | 74 | 76 | 82 | 101 | 102 | 107 | 125 | 127 | 131 | 133 | 137 | 139 |
| Napoli                       | 29 | 15 | 71 | 73 | 77 | 82 | 101 | 103 | 116 | 124 | 127 | 130 | 134 | 137 | 140 |
| Paris Saint-Germain          | 30 | 16 | 72 | 74 | 76 | 97 | 100 | 103 | 109 | 124 | 127 | 130 | 133 | 137 | 139 |

|                                |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Guangzhou Evergrande Taobao FC | 19 | 17 | 70 | 75 | 78 | 82 | 100 | 102 | 120 | 124 | 128 | 131 | 133 | 136 | 138 |
| SL Benfica                     | 34 | 24 | 71 | 75 | 78 | 94 | 99  | 103 | 114 | 123 | 126 | 130 | 132 | 137 | 140 |
| Everton                        | 14 | 23 | 70 | 75 | 78 | 94 | 99  | 103 | 110 | 123 | 127 | 130 | 133 | 136 | 140 |
| Getafe CF                      | 18 | 67 | 72 | 73 | 76 | 94 | 99  | 102 | 107 | 124 | 126 | 130 | 132 | 136 | 138 |
| FC Barcelona                   | 15 | 32 | 70 | 73 | 76 | 82 | 101 | 103 | 122 | 123 | 127 | 131 | 134 | 136 | 138 |
| Chelsea                        | 12 | 60 | 72 | 73 | 77 | 97 | 101 | 103 | 114 | 124 | 126 | 130 | 132 | 137 | 139 |
| Sporting CP                    | 35 | 38 | 72 | 75 | 78 | 92 | 100 | 103 | 122 | 123 | 128 | 129 | 132 | 135 | 140 |
| Watford                        | 41 | 39 | 72 | 75 | 78 | 87 | 99  | 102 | 106 | 123 | 126 | 129 | 132 | 135 | 138 |
| Al Hilal                       | 1  | 37 | 72 | 74 | 77 | 88 | 99  | 103 | 112 | 124 | 128 | 129 | 132 | 135 | 139 |
| Lokomotiv Moscow               | 24 | 40 | 72 | 75 | 77 | 89 | 99  | 103 | 115 | 123 | 126 | 129 | 132 | 137 | 139 |
| Juventus                       | 20 | 45 | 72 | 74 | 77 | 88 | 101 | 102 | 122 | 124 | 126 | 130 | 133 | 137 | 140 |
| Manchester City                | 26 | 41 | 70 | 75 | 78 | 88 | 99  | 102 | 122 | 125 | 126 | 130 | 133 | 136 | 139 |
| Real Betis                     | 31 | 65 | 71 | 74 | 76 | 97 | 100 | 103 | 115 | 124 | 126 | 129 | 132 | 137 | 139 |
| Everton                        | 14 | 42 | 70 | 73 | 76 | 82 | 99  | 103 | 111 | 125 | 126 | 130 | 134 | 135 | 138 |
| Manchester City                | 26 | 43 | 70 | 73 | 76 | 94 | 101 | 102 | 120 | 125 | 127 | 131 | 134 | 135 | 138 |
| Paris Saint-Germain            | 30 | 64 | 70 | 73 | 76 | 97 | 99  | 102 | 107 | 125 | 126 | 130 | 134 | 136 | 138 |
| Athletic Club de Bilbao        | 4  | 44 | 72 | 73 | 77 | 97 | 99  | 103 | 109 | 123 | 127 | 131 | 132 | 136 | 138 |
| Real Betis                     | 31 | 46 | 70 | 75 | 78 | 97 | 100 | 103 | 121 | 123 | 128 | 129 | 132 | 135 | 140 |
| Sporting CP                    | 35 | 47 | 70 | 73 | 76 | 94 | 101 | 103 | 116 | 124 | 128 | 131 | 134 | 136 | 139 |
| Bayer 04 Leverkusen            | 6  | 52 | 72 | 73 | 76 | 83 | 100 | 103 | 109 | 123 | 127 | 131 | 133 | 136 | 139 |
| Beijing Sinobo Guoan FC        | 7  | 59 | 71 | 74 | 77 | 86 | 100 | 103 | 119 | 125 | 128 | 129 | 133 | 135 | 139 |
| Tottenham Hotspur              | 38 | 54 | 71 | 74 | 77 | 85 | 101 | 103 | 118 | 124 | 128 | 131 | 134 | 136 | 138 |
| Lazio                          | 21 | 56 | 72 | 75 | 78 | 90 | 101 | 103 | 121 | 125 | 128 | 129 | 133 | 135 | 139 |
| Borussia MГnchengladbach       | 10 | 55 | 71 | 75 | 77 | 89 | 99  | 103 | 122 | 123 | 126 | 129 | 132 | 136 | 139 |
| FC Barcelona                   | 15 | 57 | 70 | 75 | 78 | 88 | 101 | 102 | 108 | 124 | 126 | 129 | 132 | 137 | 140 |
| Manchester United              | 27 | 53 | 72 | 75 | 78 | 87 | 99  | 103 | 122 | 123 | 126 | 129 | 132 | 136 | 140 |
| FC Bayern MГnchen              | 16 | 58 | 70 | 74 | 78 | 88 | 100 | 103 | 116 | 123 | 127 | 131 | 133 | 136 | 140 |
| Los Angeles FC                 | 25 | 49 | 72 | 73 | 77 | 91 | 100 | 102 | 120 | 125 | 128 | 130 | 134 | 135 | 138 |
| Bournemouth                    | 11 | 48 | 71 | 74 | 76 | 87 | 99  | 103 | 121 | 125 | 127 | 129 | 133 | 135 | 139 |
| Levante UD                     | 22 | 63 | 70 | 73 | 76 | 97 | 99  | 103 | 105 | 123 | 127 | 131 | 133 | 136 | 138 |
| Real Betis                     | 31 | 66 | 71 | 73 | 76 | 97 | 101 | 102 | 116 | 124 | 128 | 131 | 133 | 135 | 138 |
| Valencia CF                    | 40 | 51 | 70 | 74 | 77 | 97 | 99  | 103 | 118 | 124 | 127 | 131 | 133 | 136 | 138 |
| Real Madrid                    | 32 | 61 | 71 | 73 | 76 | 97 | 101 | 103 | 114 | 125 | 126 | 130 | 133 | 137 | 140 |
| Real Madrid                    | 32 | 50 | 71 | 75 | 78 | 82 | 101 | 103 | 105 | 123 | 127 | 130 | 132 | 137 | 140 |

Обучающая выборка (таблица 5), по сути, представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (рисунок 2), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 3 и 4). 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 5).

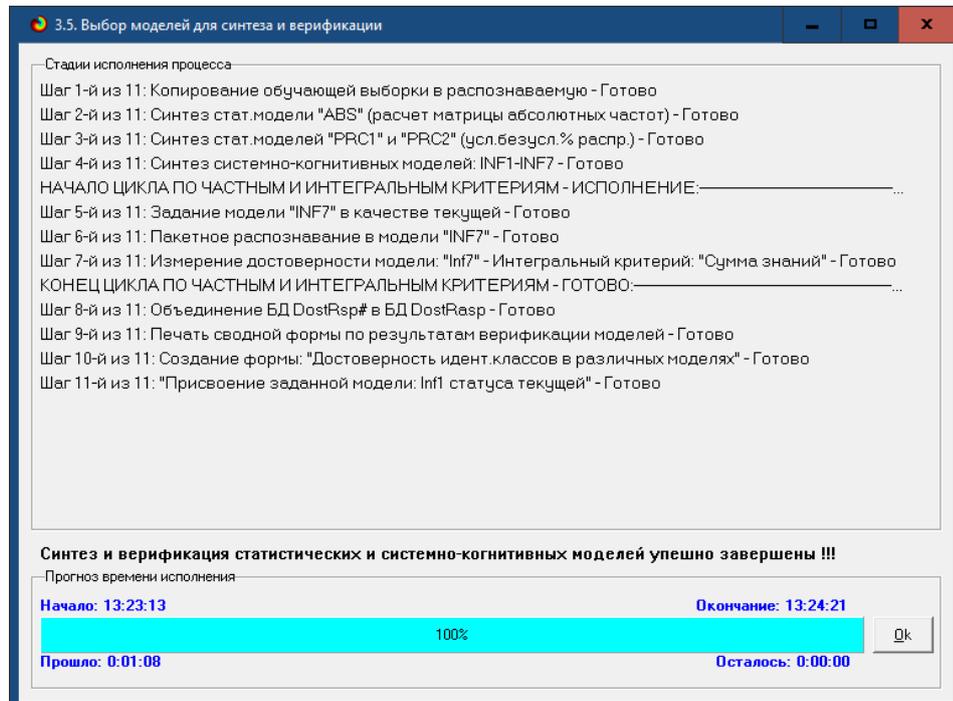
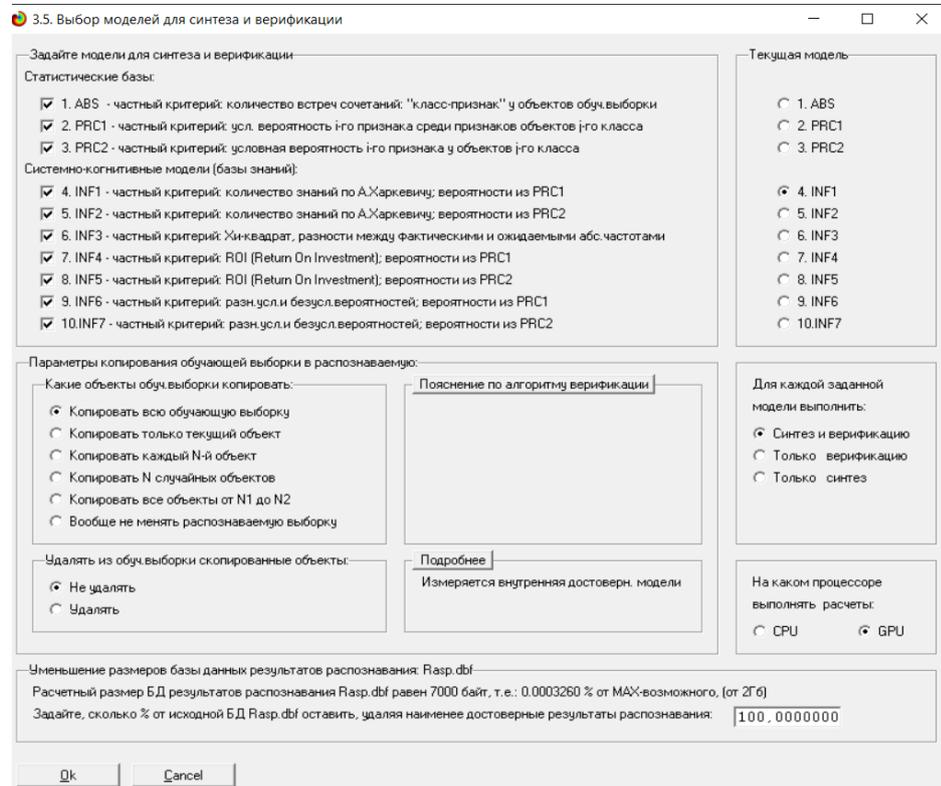


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 1 минуту 8 секунд. 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 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:

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации       | 1. CLUB 1/41 AL HILAL | 2. CLUB 2/41 ARSENAL | 3. CLUB 3/41 ATALANTA | 4. 4/41 ATHLETIC CLUB DE BILBAO | 5. CLUB 5/41 ATLETICO MADRID | 6. CLUB 6/41 BAYER 04 LEVERKUSEN | 7. CLUB 7/41 BEIJING SINBO GUAN FC | 8. CLUB 8/41 BEE_IKTAE_JK | 9. CLUB 9/41 BORUSSIA DORTMUND | 10. CLUB 10/41 BORUSSIA MГ NCHENGLADB... | 11. CLUB 11/41 BORUSSIA MГ NCHENGLADB... |
|--------------|--|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|--|
| 1            | LONG_NAME-1/69-Aaron Ramsey                      |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 2            | LONG_NAME-2/69-Abdoulaye Doucouffc               |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 3            | LONG_NAME-3/69-Adem LjajD+                       |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    | 1                         |                                |  |  |
| 4            | LONG_NAME-4/69-Adrien Rabiot                     |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 5            | LONG_NAME-5/69-Alassane Plea                     |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 6            | LONG_NAME-6/69-Alejandro Dairfo GГmez            |                       |                      | 1                     |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 7            | LONG_NAME-7/69-Aleksandar Kolarov                |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 8            | LONG_NAME-8/69-Alessandro Florenzi               |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 9            | LONG_NAME-9/69-Alessio Romagnoli                 |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 10           | LONG_NAME-10/69-Alex Nicolao Telles              |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 11           | LONG_NAME-11/69-Alex Oxlade-Chamberlain          |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 12           | LONG_NAME-12/69-Alex Sandro Lobo Silva           |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 13           | LONG_NAME-13/69-Alexandre Lacazette              |                       |                      | 1                     |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 14           | LONG_NAME-14/69-Alexis Alejandro SГnchez SГnchez |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 15           | LONG_NAME-15/69-Allan Marques Loureiro           |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 16           | LONG_NAME-16/69-Ander Herrera AgГera             |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 17           | LONG_NAME-17/69-Anderson Souza ConceiГo          |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 18           | LONG_NAME-18/69-Andrea Belotti                   |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 19           | LONG_NAME-19/69-Andreas Christensen              |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 20           | LONG_NAME-20/69-Andrej KramariD+                 |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |
| 21           | LONG_NAME-21/69-Andrew Robertson                 |                       |                      |                       |                                 |                              |                                  |                                    |                           |                                |  |  |

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации       | 1. CLUB 1/41 AL HILAL | 2. CLUB 2/41 ARSENAL | 3. CLUB 3/41 ATALANTA | 4. 4/41 ATHLETIC CLUB DE BILBAO | 5. CLUB 5/41 ATLETICO MADRID | 6. CLUB 6/41 BAYER 04 LEVERKUSEN | 7. CLUB 7/41 BEIJING SINBO GUAN FC | 8. CLUB 8/41 BEE_IKTAE_JK | 9. CLUB 9/41 BORUSSIA DORTMUND | 10. CLUB 10/41 BORUSSIA MГ NCHENGLADB... | 11. CLUB 11/41 BORUSSIA MГ NCHENGLADB... |
|--------------|--|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|--|
| 1            | LONG_NAME-1/69-Aaron Ramsey                      | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 2            | LONG_NAME-2/69-Abdoulaye Doucouffc               | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 3            | LONG_NAME-3/69-Adem LjajD+                       | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | 0.986                     | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 4            | LONG_NAME-4/69-Adrien Rabiot                     | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 5            | LONG_NAME-5/69-Alassane Plea                     | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 6            | LONG_NAME-6/69-Alejandro Dairfo GГmez            | -0.014                | -0.014               | 0.986                 | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 7            | LONG_NAME-7/69-Aleksandar Kolarov                | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 8            | LONG_NAME-8/69-Alessandro Florenzi               | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 9            | LONG_NAME-9/69-Alessio Romagnoli                 | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 10           | LONG_NAME-10/69-Alex Nicolao Telles              | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 11           | LONG_NAME-11/69-Alex Oxlade-Chamberlain          | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 12           | LONG_NAME-12/69-Alex Sandro Lobo Silva           | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 13           | LONG_NAME-13/69-Alexandre Lacazette              | -0.014                | 0.986                | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 14           | LONG_NAME-14/69-Alexis Alejandro SГnchez SГnchez | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 15           | LONG_NAME-15/69-Allan Marques Loureiro           | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 16           | LONG_NAME-16/69-Ander Herrera AgГera             | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 17           | LONG_NAME-17/69-Anderson Souza ConceiГo          | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 18           | LONG_NAME-18/69-Andrea Belotti                   | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 19           | LONG_NAME-19/69-Andreas Christensen              | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 20           | LONG_NAME-20/69-Andrej KramariD+                 | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |
| 21           | LONG_NAME-21/69-Andrew Robertson                 | -0.014                | -0.014               | -0.014                | -0.029                          | -0.014                       | -0.014                           | -0.014                             | -0.014                    | -0.014                         | -0.014                                   | -0.014                                   |

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 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).

| Наименование модели и частного критерия                              | Интегральный критерий             | F-мера Ван Ризбергера | Сумма модул. уровней сход. истинно-полож. решений (STP) | Сумма модул. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN) | Сумма модул. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP) | Сумма модул. уровней сход. ложно-отриц. решений (SFN) | S-Точность модели | S-Полнота модели | L1-мера проф. Е.В.Луценко | Средний модуль уровней сход. истинно-полож. решений | Средний модуль уровней сход. истинно-отриц. решений | Средний модуль уровней ложно-полож. решений |
|--|-----------------------------------|-----------------------|---|---|---|---|-------------------|------------------|---------------------------|---|---|---|
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...     | Корреляция абс. частот с обр...   | 0.050                 | 55.695  | 7.075   | 667.223   |   | 0.077             | 1.000            | 0.143                     | 0.807   | 0.044   | 0   |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...     | Сумма абс. частот по признак...   | 0.048                 | 42.323  |   | 592.645   |   | 0.067             | 1.000            | 0.125                     | 0.613   |   | 0   |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность н-го признака сред...   | Корреляция усл.отн. частот с о... | 0.050                 | 55.695  | 7.075   | 667.223   |   | 0.077             | 1.000            | 0.143                     | 0.807   | 0.044   | 0   |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность н-го признака сред...   | Сумма усл.отн. частот по при...   | 0.048                 | 48.810  |   | 787.887   |   | 0.058             | 1.000            | 0.110                     | 0.707   |   | 0   |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность n-го признака...    | Корреляция усл.отн. частот с о... | 0.050                 | 55.695  | 7.075   | 667.223   |   | 0.077             | 1.000            | 0.143                     | 0.807   | 0.044   | 0   |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность n-го признака...    | Сумма усл.отн. частот по при...   | 0.048                 | 48.810  |   | 787.887   |   | 0.058             | 1.000            | 0.110                     | 0.707   |   | 0   |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...   | Семантический резонанс зна...     | 0.067                 | 43.019  | 45.016  | 223.647   |   | 0.161             | 1.000            | 0.278                     | 0.623   | 0.054   | 0   |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...   | Сумма знаний                      | 0.049                 | 43.450  | 2.323   | 411.515   |   | 0.096             | 1.000            | 0.174                     | 0.630   | 0.023   | 0   |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...   | Семантический резонанс зна...     | 0.067                 | 43.019  | 45.016  | 223.647   |   | 0.161             | 1.000            | 0.278                     | 0.623   | 0.054   | 0   |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...   | Сумма знаний                      | 0.049                 | 43.450  | 2.323   | 411.515   |   | 0.096             | 1.000            | 0.174                     | 0.630   | 0.023   | 0   |
| 6. INF3 - частный критерий: Минимум разности между фактам...         | Семантический резонанс зна...     | 0.103                 | 50.608  | 240.744   | 193.009   |   | 0.208             | 1.000            | 0.344                     | 0.733   | 0.155   | 0   |
| 6. INF3 - частный критерий: Минимум разности между фактам...         | Сумма знаний                      | 0.103                 | 43.659  | 195.692   | 152.032   |   | 0.223             | 1.000            | 0.365                     | 0.633   | 0.126   | 0   |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...  | Семантический резонанс зна...     | 0.307                 | 41.008  | 167.573   | 15.630  |   | 0.724             | 1.000            | 0.840                     | 0.594   | 0.068   | 0   |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...  | Сумма знаний                      | 0.049                 | 27.199  | 0.118   | 96.102  |   | 0.221             | 1.000            | 0.361                     | 0.394   | 0.002   | 0   |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...  | Семантический резонанс зна...     | 0.307                 | 41.008  | 167.573   | 15.630  |   | 0.724             | 1.000            | 0.840                     | 0.594   | 0.068   | 0   |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...  | Сумма знаний                      | 0.049                 | 27.199  | 0.118   | 96.102  |   | 0.221             | 1.000            | 0.361                     | 0.394   | 0.002   | 0   |
| 9. INF6 - частный критерий: разн.усли. без усл. вероятностей; вер... | Семантический резонанс зна...     | 0.057                 | 49.738  | 24.557  | 427.583   |   | 0.104             | 1.000            | 0.189                     | 0.721   | 0.053   | 0   |
| 9. INF6 - частный критерий: разн.усли. без усл. вероятностей; вер... | Сумма знаний                      | 0.049                 | 38.307  | 1.238   | 526.134   |   | 0.068             | 1.000            | 0.127                     | 0.555   | 0.015   | 0   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн.усли. без усл. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 0.057                 | 49.738  | 24.557  | 427.583   |   | 0.104             | 1.000            | 0.189                     | 0.721   | 0.053   | 0   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн.усли. без усл. вероятностей; ве... | Сумма знаний                      | 0.049                 | 38.307  | 1.238   | 526.134   |   | 0.068             | 1.000            | 0.127                     | 0.555   | 0.015   | 0   |

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

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергера наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Сумма знаний» ( $F=0,307$  при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ( $L1=0,840$  при максимуме 1,000), что является отличным результатом.

***Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости между клубами и их характеристиками.***

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

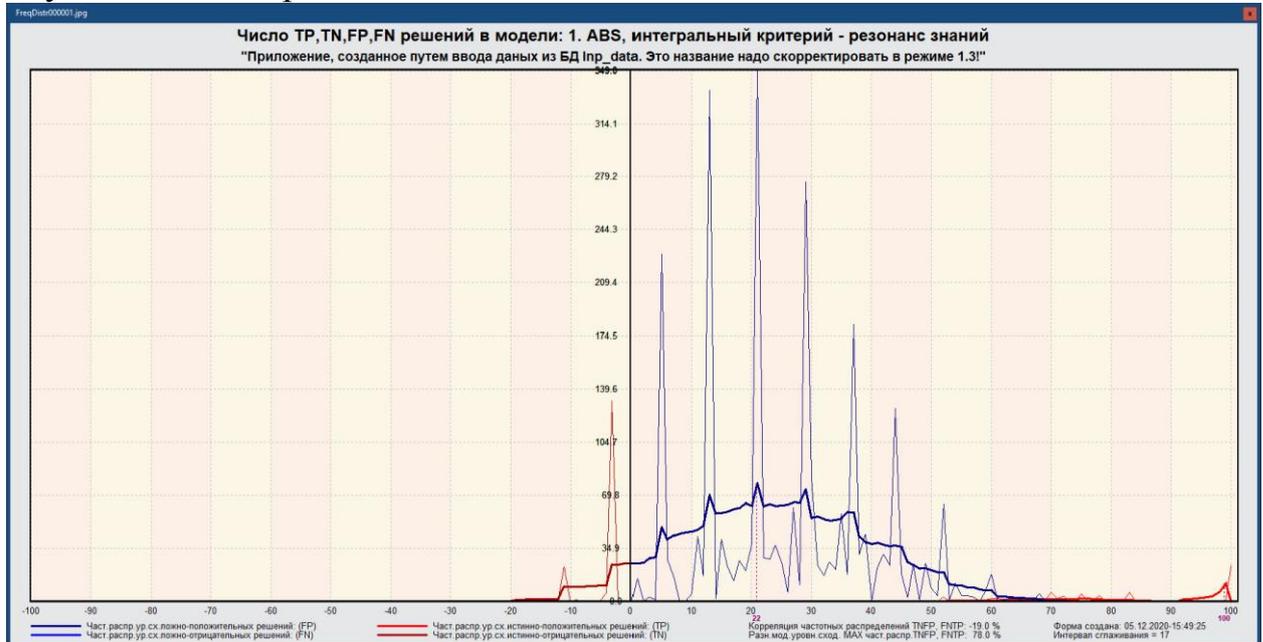


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

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

Левое распределение, меньшее по амплитуде включает истинно-отрицательные и ложно-положительные решения, а правое, большее 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 клубов 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»:

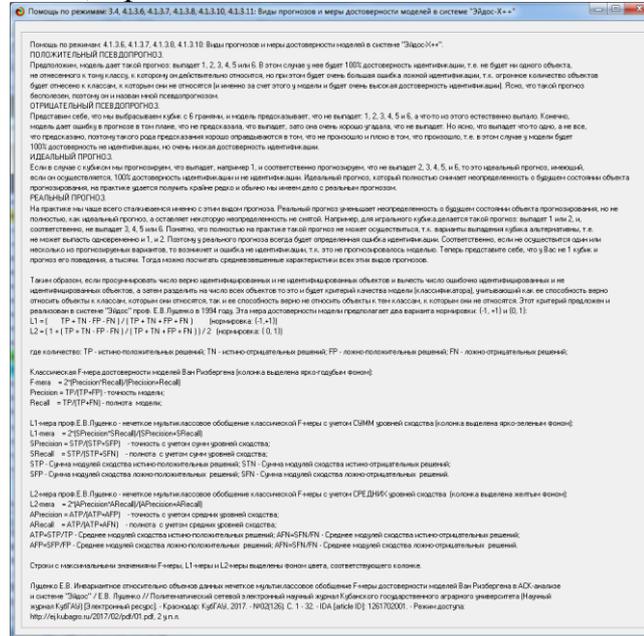
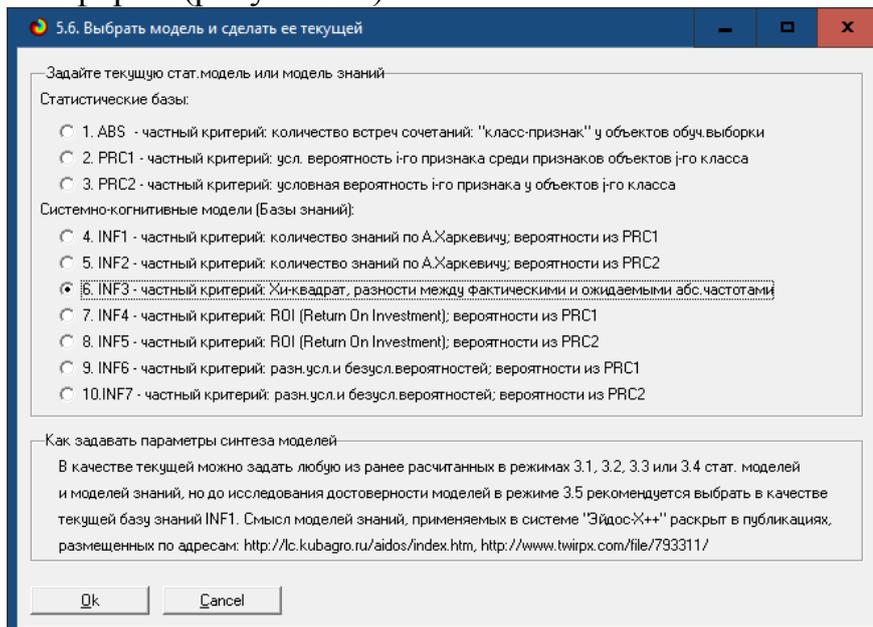


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

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



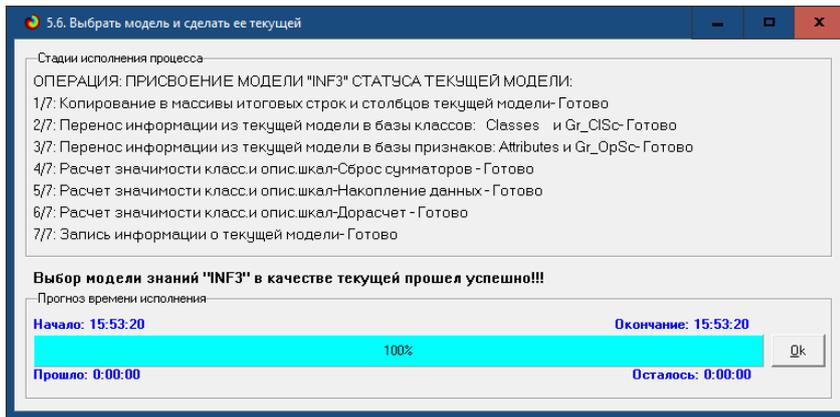


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf3 статуса текущей модели

## **Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели**

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

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

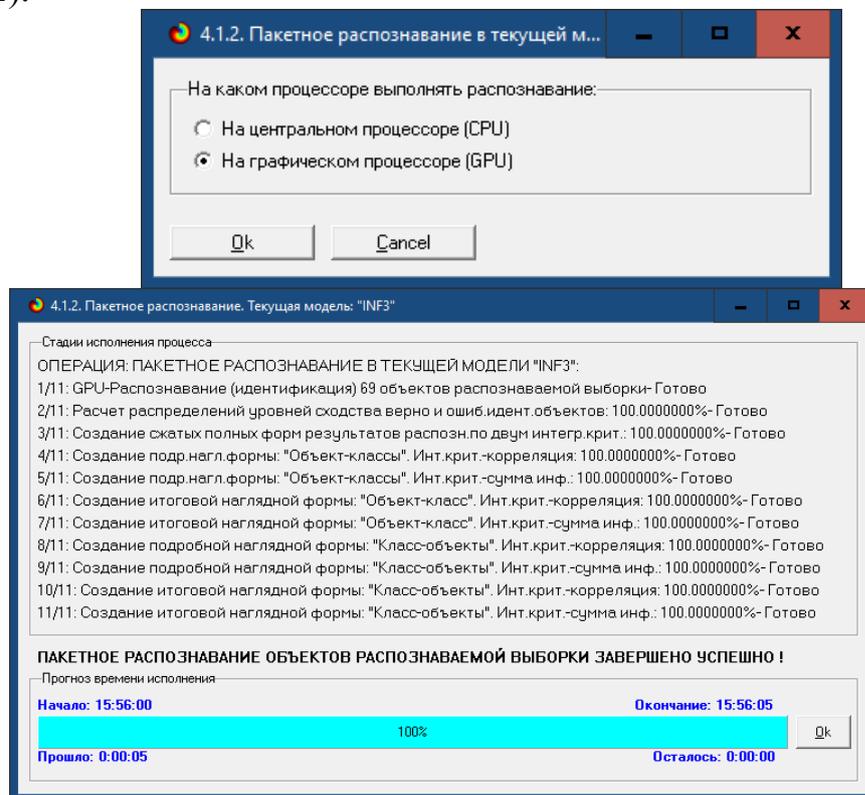


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 5 секунд.

Отметим, что 99% этого времени заняла не сама идентификация на GPU, 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).

**4.1.3.1. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Объект-классы". Текущая модель: "INF3"**

| Распознаваемые объекты |                           | Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний" |                                   |          |      |                |
|------------------------|---------------------------|---|-----------------------------------|----------|------|----------------|
| Код                    | Наим. объекта             | Код   | Наименование класса               | Сходство | Ф... | Сходство       |
| 1                      | Torino                    | 37  | CLUB-37/41-Torino                 | 69,09... | v    | [Progress Bar] |
| 2                      | Chelsea                   | 13  | CLUB-13/41-Eintracht Frankfurt    | 37,76... |      | [Progress Bar] |
| 3                      | Atletico Madrid           | 11  | CLUB-11/41-Bournemouth            | 27,21... |      | [Progress Bar] |
| 4                      | Paris Saint-Germain       | 21  | CLUB-21/41-Lazio                  | 27,05... |      | [Progress Bar] |
| 5                      | Watford                   | 7   | CLUB-7/41-Beijing Sinobo Guoan FC | 26,45... |      | [Progress Bar] |
| 6                      | Roma                      | 39  | CLUB-39/41-TSG 1899 Hoffenheim    | 26,42... |      | [Progress Bar] |
| 7                      | Tigres U.A.N.L.           | 35  | CLUB-35/41-Sporting CP            | 18,88... |      | [Progress Bar] |
| 8                      | FC Barcelona              | 36  | CLUB-36/41-Tigres U.A.N.L.        | 17,18... |      | [Progress Bar] |
| 9                      | Real Betis                | 16  | CLUB-16/41-FC Bayern MГ_nchen     | 17,00... |      | [Progress Bar] |
| 10                     | Atalanta                  |   |                                   |          |      |                |
| 11                     | Torino                    |   |                                   |          |      |                |
| 12                     | Roma                      |   |                                   |          |      |                |
| 13                     | TSG 1899 Hoffenheim       |   |                                   |          |      |                |
| 14                     | Arsenal                   |   |                                   |          |      |                |
| 15                     | Manchester City           |   |                                   |          |      |                |
| 16                     | BeE_iktaE_JK              |   |                                   |          |      |                |
| 17                     | Real Betis                |   |                                   |          |      |                |
| 18                     | Manchester United         |   |                                   |          |      |                |
| 19                     | Napoli                    |   |                                   |          |      |                |
| 20                     | Liverpool                 |   |                                   |          |      |                |
| 21                     | Borussia MГ_nchengladbach |   |                                   |          |      |                |

**4.1.3.2. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Класс-объекты". Текущая модель: "INF3"**

| Классы |  | Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний" |                           |          |      |                |
|--------|--|---|---------------------------|----------|------|----------------|
| Код    | Наим. класса                           | Код   | Наименование объекта      | Сходство | Ф... | Сходство       |
| 1      | CLUB-1/41-Al Hilal                     | 44  | Al Hilal                  | 99,88... | v    | [Progress Bar] |
| 2      | CLUB-2/41-Arsenal                      | 21  | Borussia MГ_nchengladbach | 47,85... |      | [Progress Bar] |
| 3      | CLUB-3/41-Atalanta                     | 31  | Athletic Club de Bilbao   | 47,55... |      | [Progress Bar] |
| 4/41   | Athletic Club de Bilbao                | 7   | Tigres U.A.N.L.           | 36,22... |      | [Progress Bar] |
| 5      | CLUB-5/41-Atletico Madrid              | 56  | Beijing Sinobo Guoan FC   | 30,41... |      | [Progress Bar] |
| 6      | CLUB-6/41-Bayer 04 Leverkusen          | 11  | Torino                    | 28,62... |      | [Progress Bar] |
| 7      | CLUB-7/41-Beijing Sinobo Guoan FC      | 45  | Lokomotiv Moscow          | 28,32... |      | [Progress Bar] |
| 8      | CLUB-8/41-BeE_iktaE_JK                 | 18  | Manchester United         | 27,28... |      | [Progress Bar] |
| 9      | CLUB-9/41-Borussia Dortmund            | 19  | Napoli                    | 22,21... |      | [Progress Bar] |
| 10     | CLUB-10/41-Borussia MГ_nchengladbach   |   |                           |          |      |                |
| 11     | CLUB-11/41-Bournemouth                 |   |                           |          |      |                |
| 12     | CLUB-12/41-Chelsea                     |   |                           |          |      |                |
| 13     | CLUB-13/41-Eintracht Frankfurt         |   |                           |          |      |                |
| 14     | CLUB-14/41-Everton                     |   |                           |          |      |                |
| 15     | CLUB-15/41-FC Barcelona                |   |                           |          |      |                |
| 16     | CLUB-16/41-FC Bayern MГ_nchen          |   |                           |          |      |                |
| 17     | CLUB-17/41-FC Porto                    |   |                           |          |      |                |
| 18     | CLUB-18/41-Getafe CF                   |   |                           |          |      |                |
| 19     | CLUB-19/41-Guangzhou Evergrande Taobao |   |                           |          |      |                |
| 20     | CLUB-20/41-Juventus                    |   |                           |          |      |                |
| 21     | CLUB-21/41-Lazio                       |   |                           |          |      |                |

Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации вида клубов по его характеристикам

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 300%, т.е., по сути, результаты с более низки уровнем сходства надо просто игнорировать.

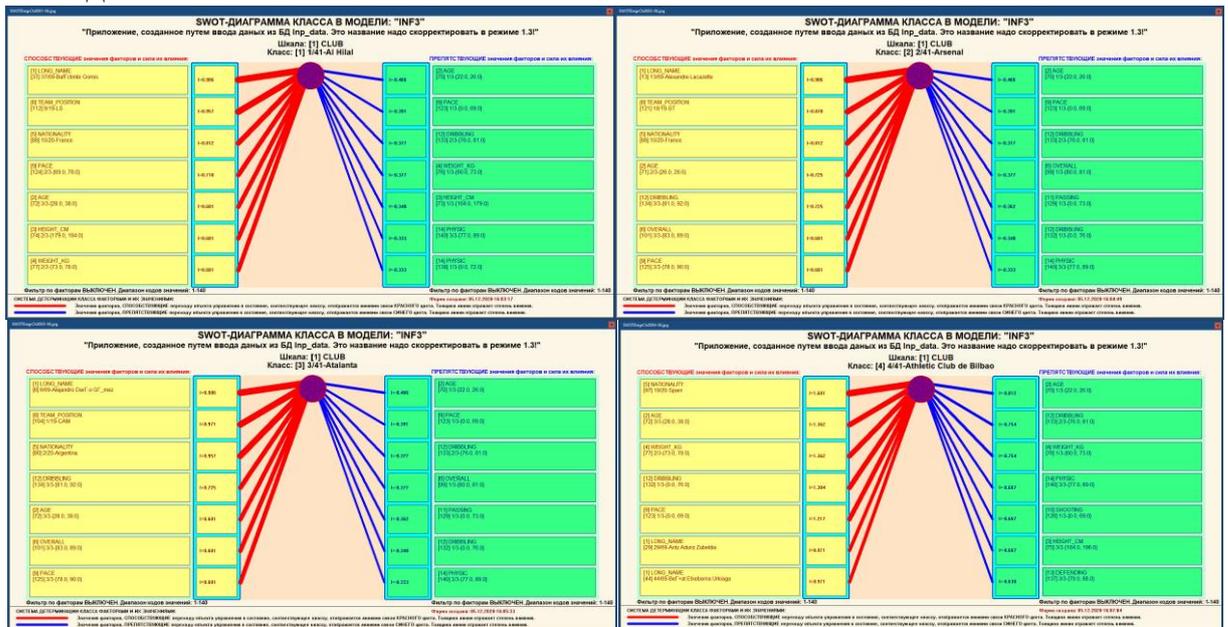
## Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

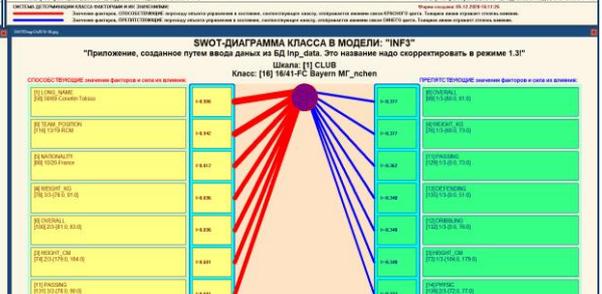
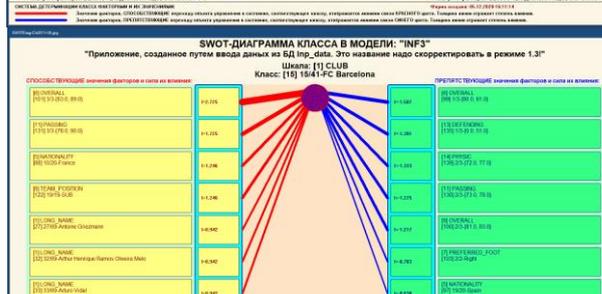
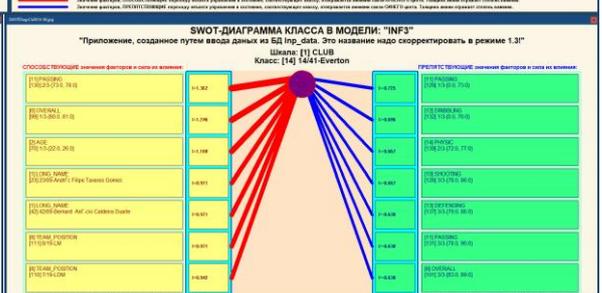
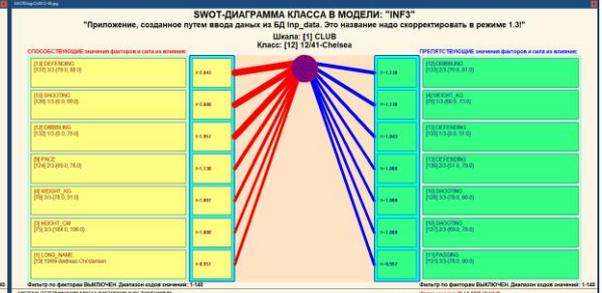
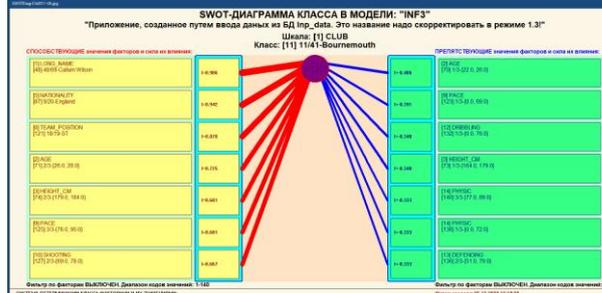
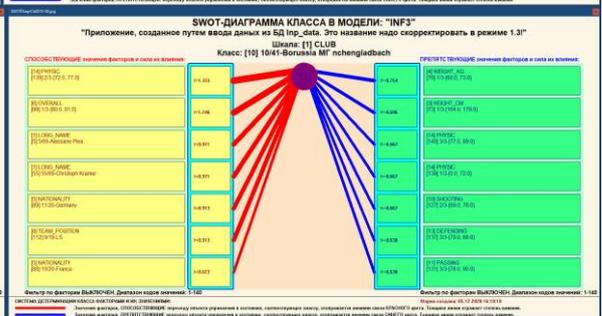
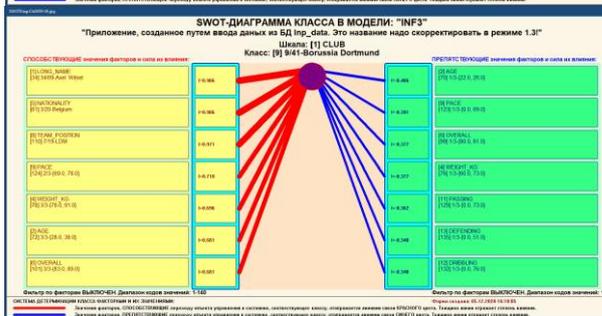
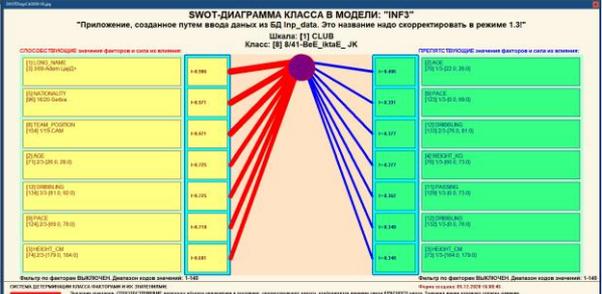
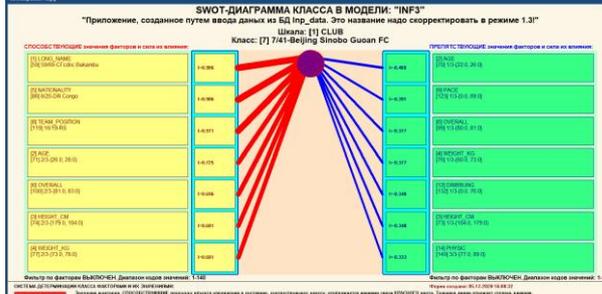
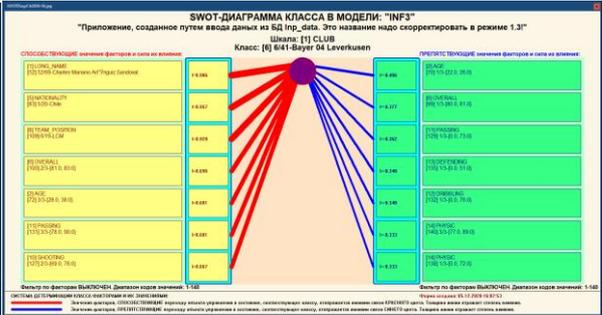
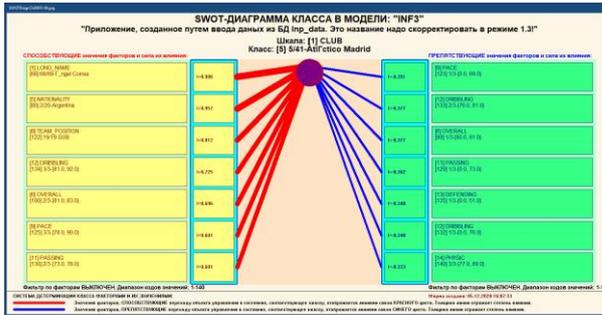
При принятии решений определяется сила и направление влияния значений факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути, это решение задачи SWOT-анализа.

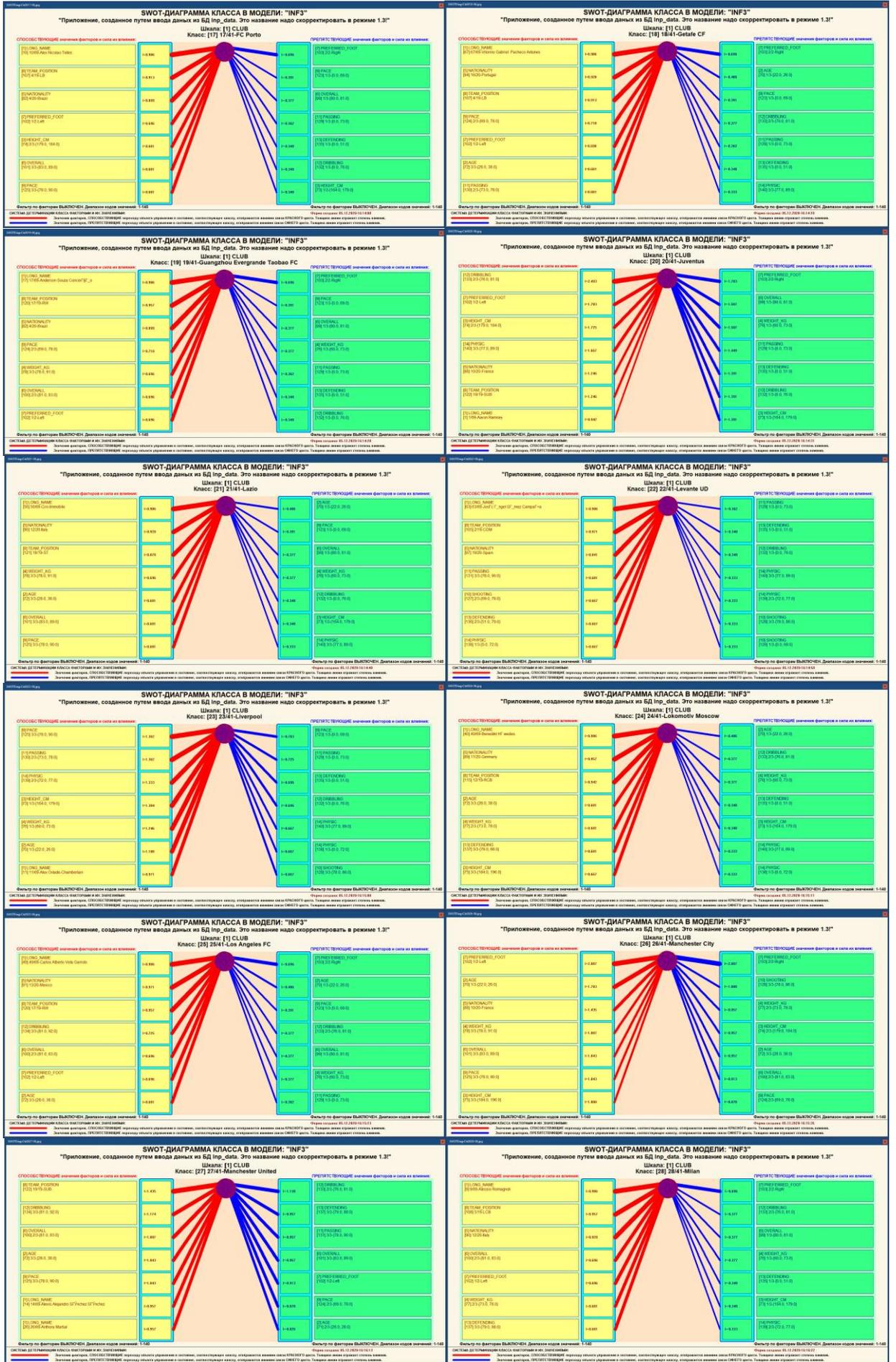
Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния различных значений характеристик клубов на его вид.

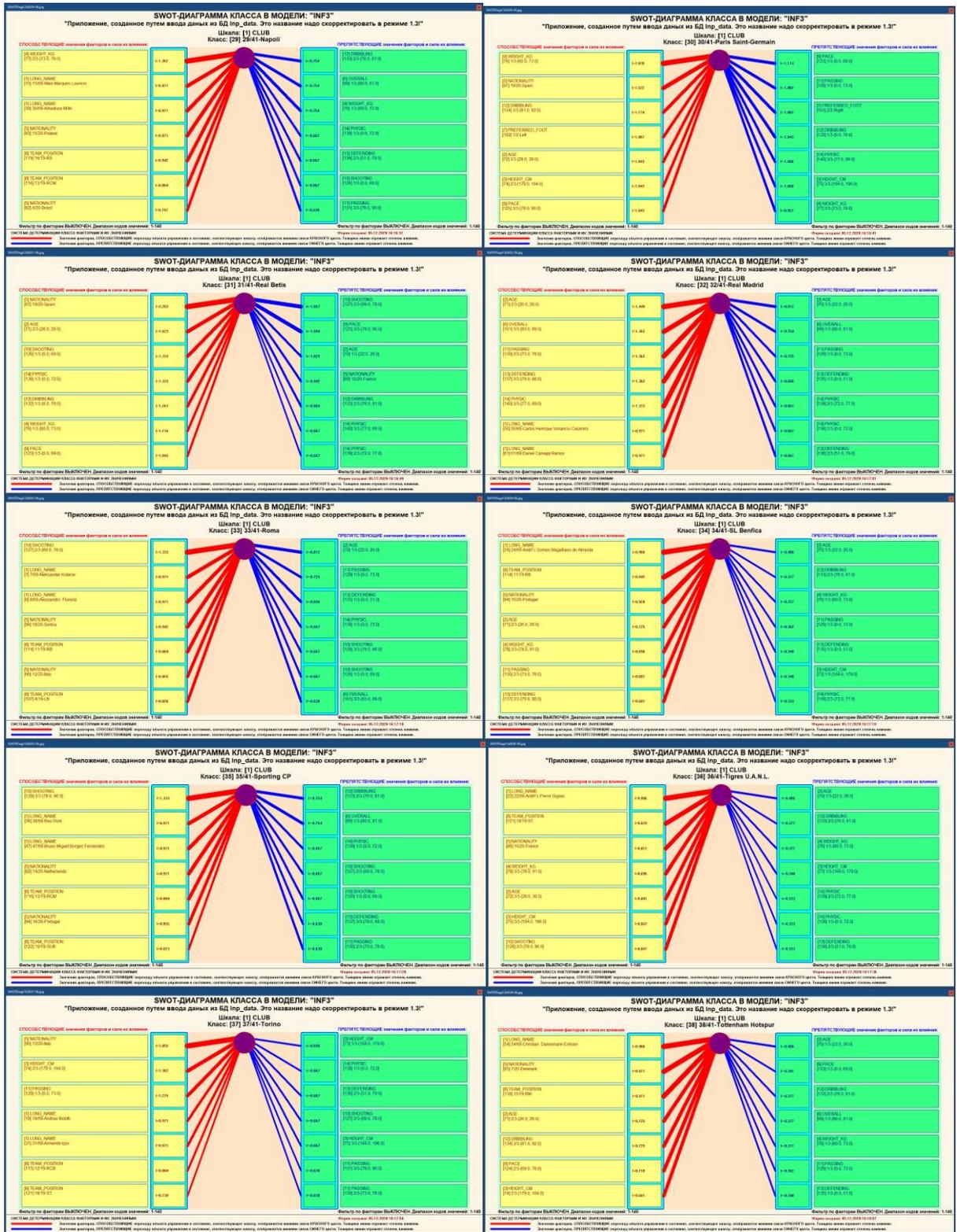
В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом **выявляется система детерминации заданного класса**, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу, а также препятствующих этому переходу.

На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы наглядно отражающие силу и направление влияния различных значений характеристик клубов на его вид.









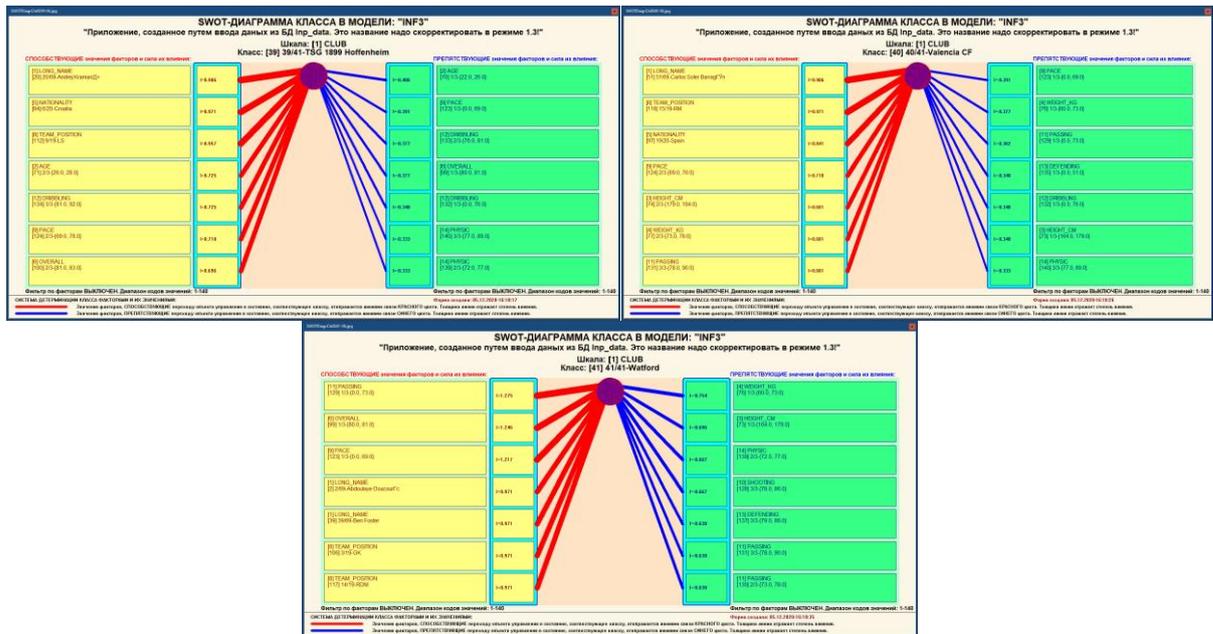


Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации характеристик клубов

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

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

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

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

У Т В Е Р Ж Д А Ю  
Заведующий Краснодарским  
сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н.  
А.А. Хагуров  
1987г.



У Т В Е Р Ж Д А Ю  
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 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 1987г.

Мл. научный сотрудник

Ляшко Г.А. Ляшко  
19.05 1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":

Зав. отделом аэрокосмических и

тематических изысканий №4, к.э.н.  
Самсонов Г.А. Самсонов  
19.05 1987г.

Главный конструктор проекта

Коренец В.И. Коренец  
19.05 87 1987г.

Главный конструктор проекта

Луценко Е.В. Луценко  
19.05 87 1987г.

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

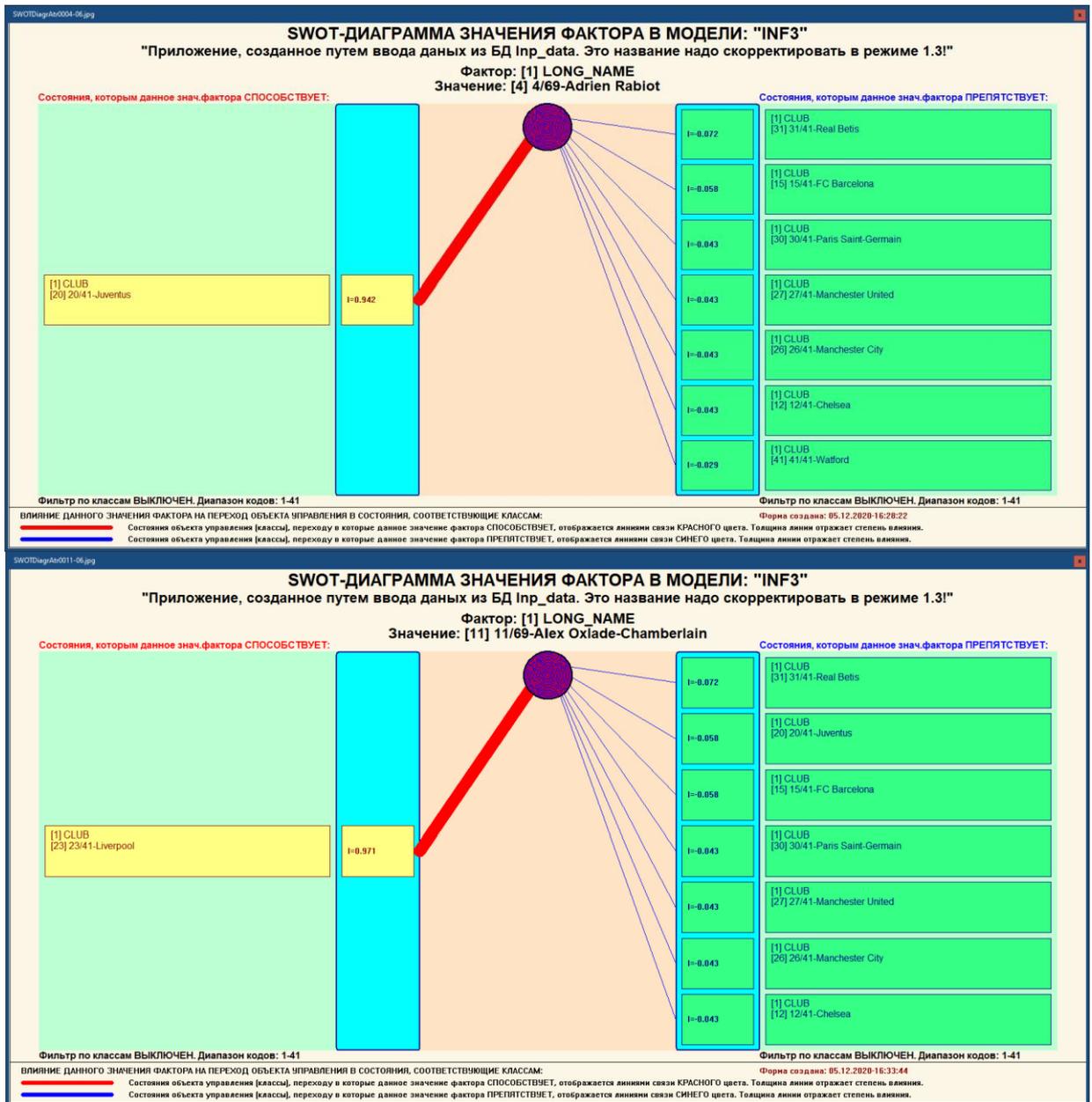


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных видов клубов на их характеристики

Из первого примера видно, что наибольшее совпадение у клубов Juventus и Liverpool с другими клубами.

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 16).

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны *количественные* оценки сходства/различия клубов из FIFA 2020 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.

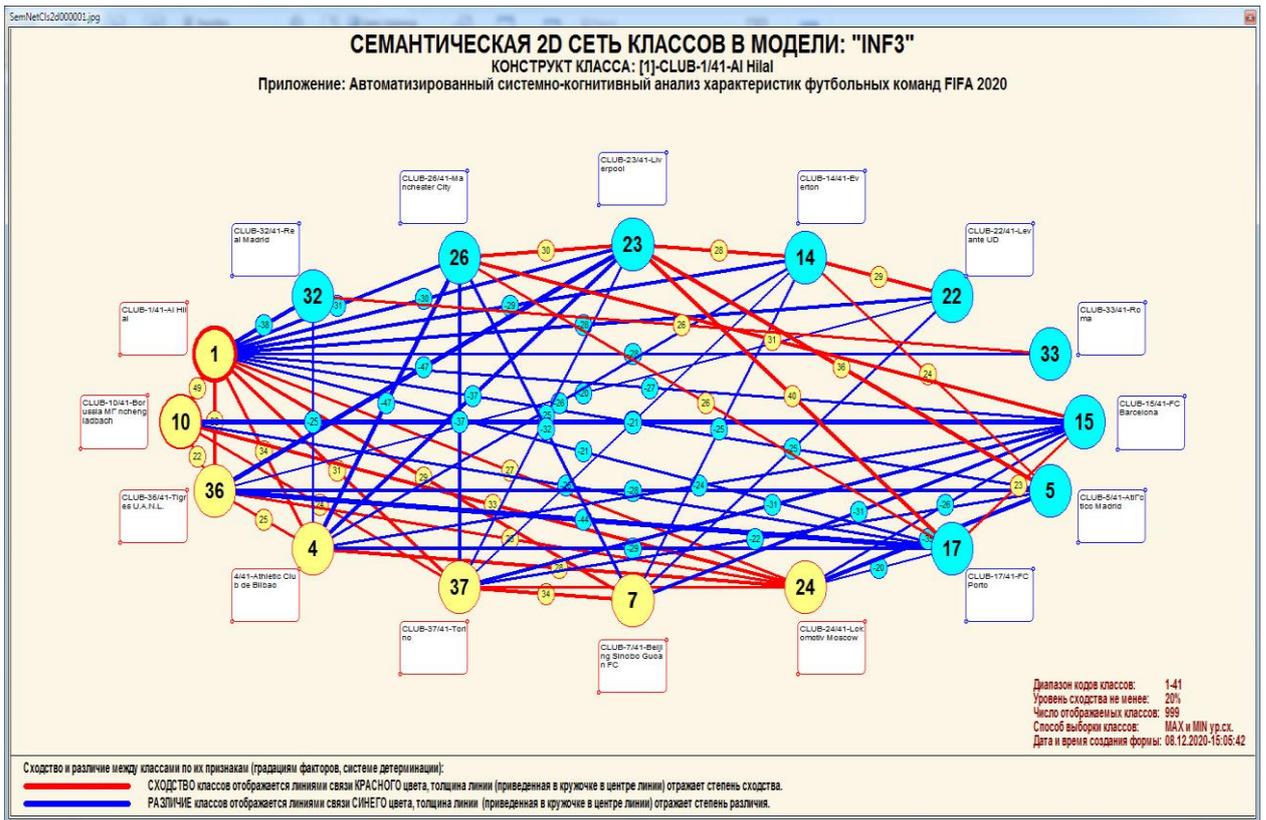


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия клубов по связанным с ними значениям их характеристик.

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 16. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 17.

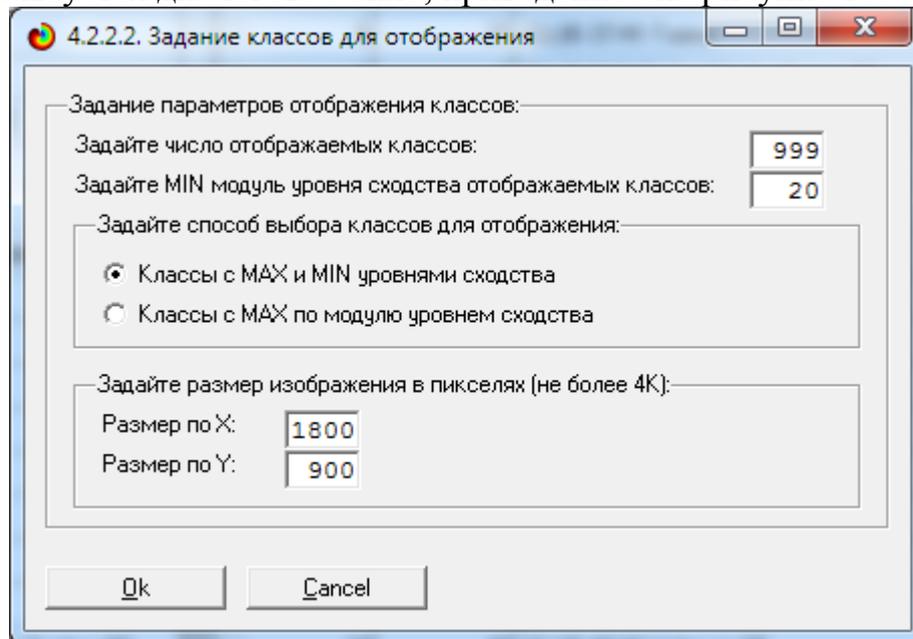


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

### 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 18):

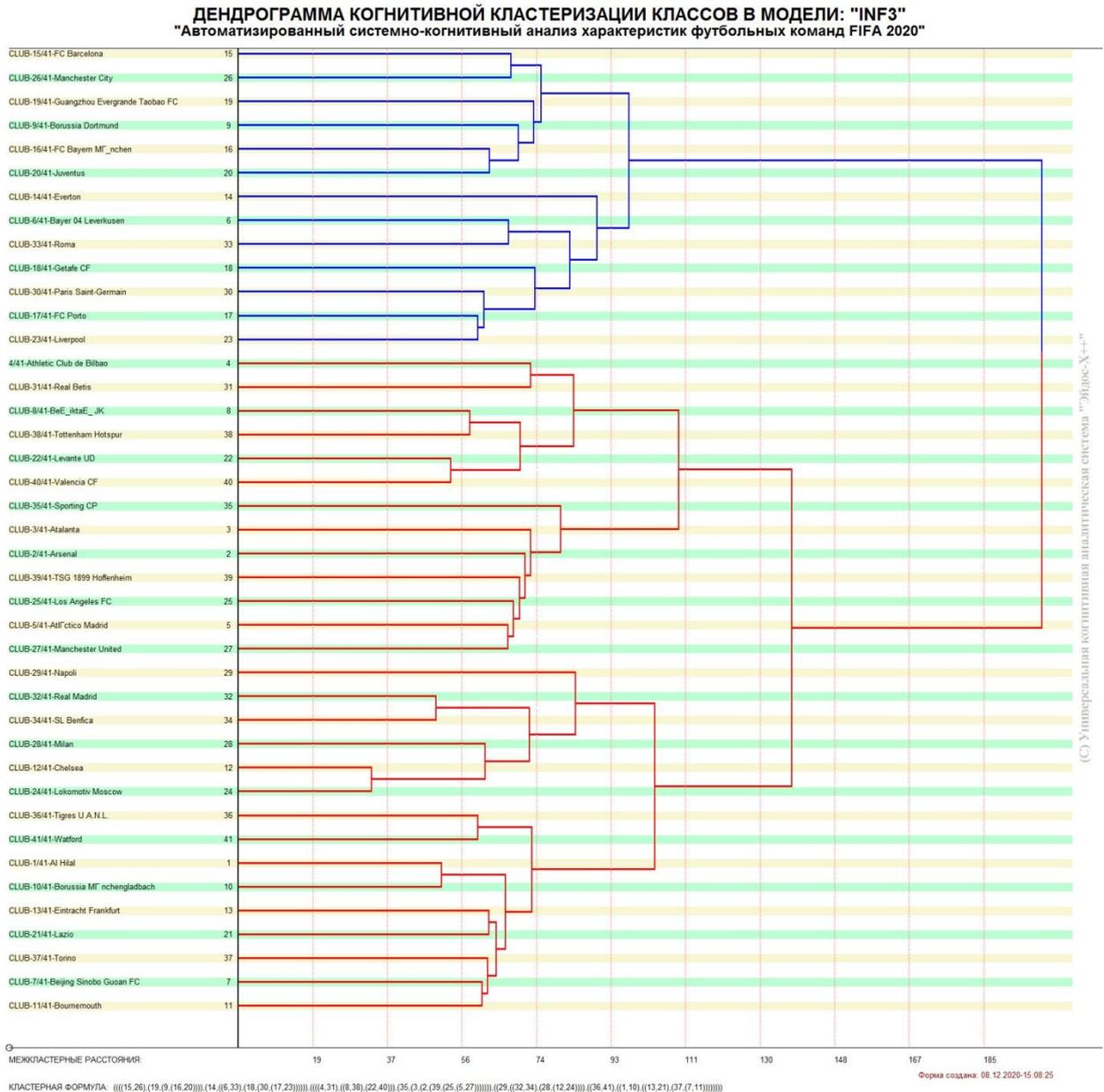


Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие клубов

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые клубы 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 18, мы видим также, что все классы образуют два противоположных кластера, являющихся полюсами конструкта, по системе значений обуславливающих значениям параметров их характеристик.

На рисунке 19 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

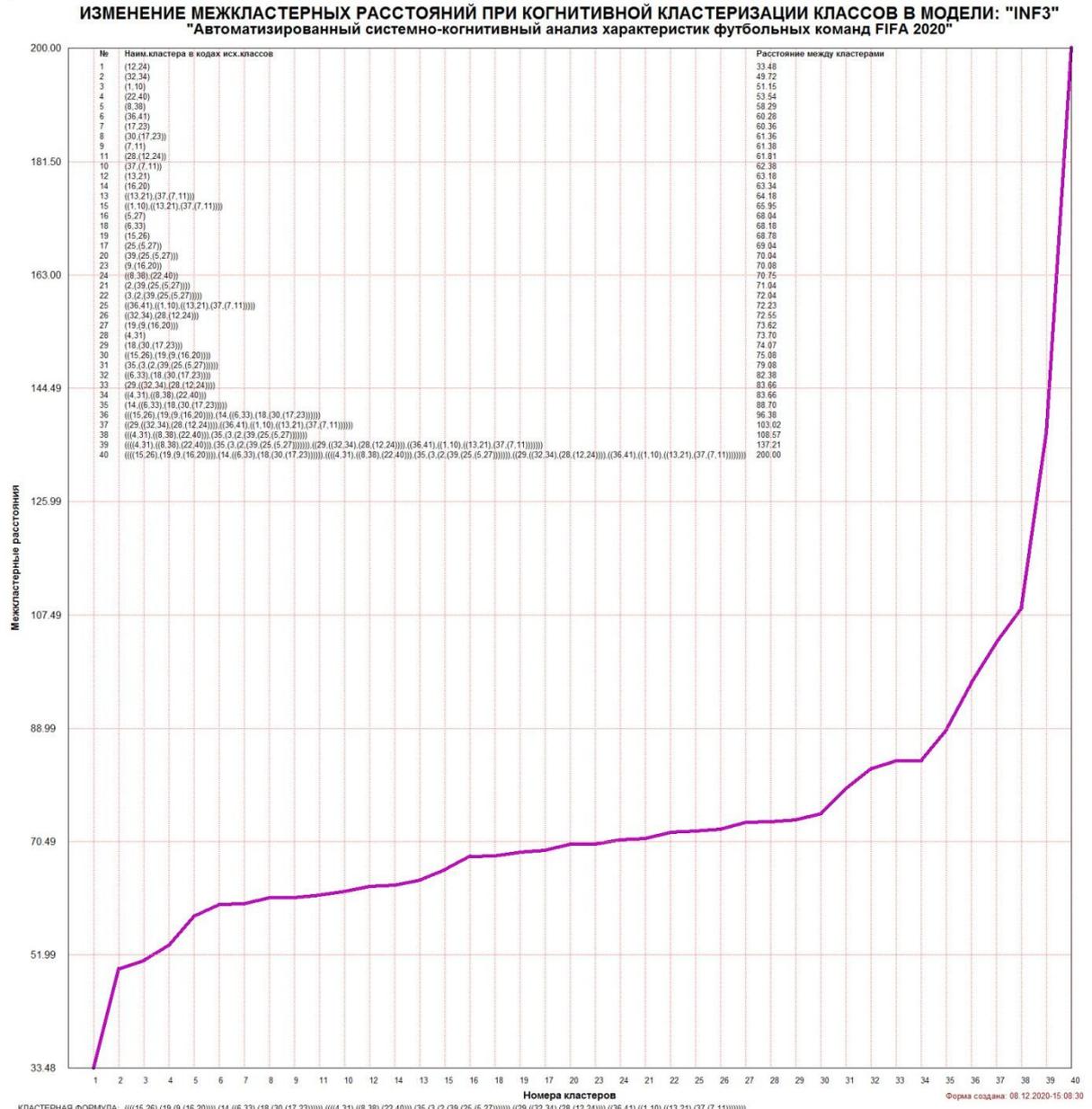


Рисунок 19. График изменения межкластерных расстояний

### 4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений параметров характеристик по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о виде клубов. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 20).

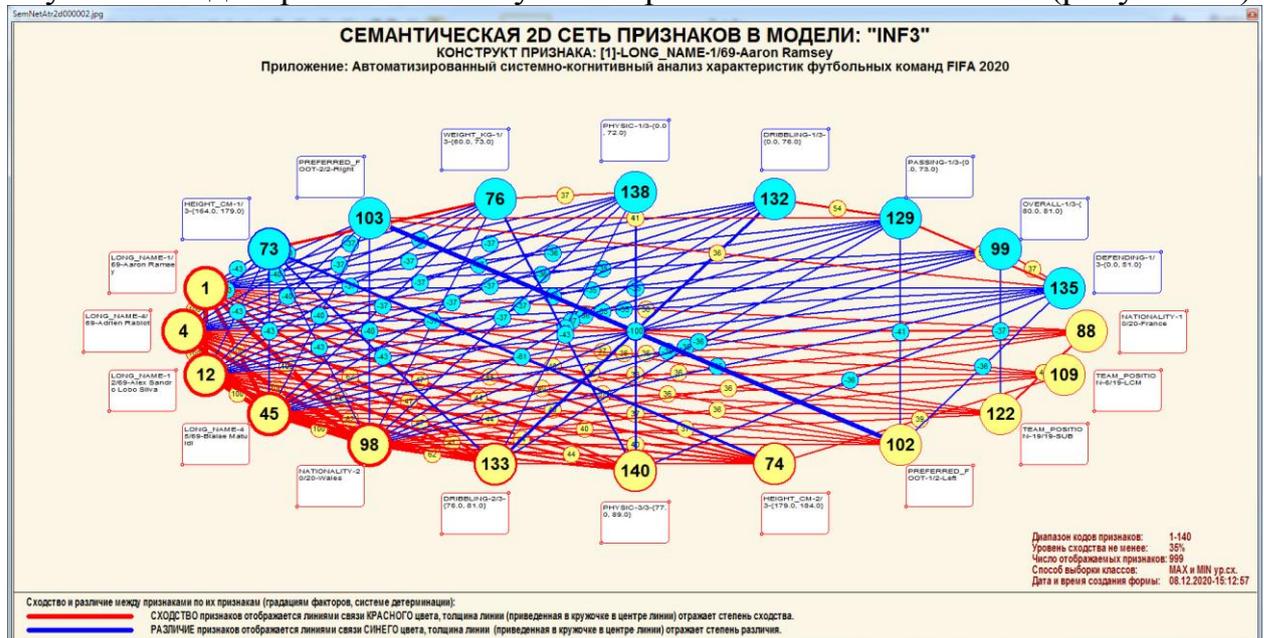


Рисунок 20. сходство/различие признаков клубов в соответствии с их характеристиками

Из рисунка 20 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 20, 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 20, получена при параметрах, приведенных на рисунке 21.

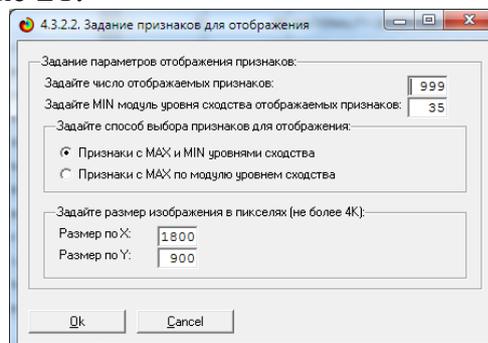


Рисунок 21. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 20\

### 4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 22 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.

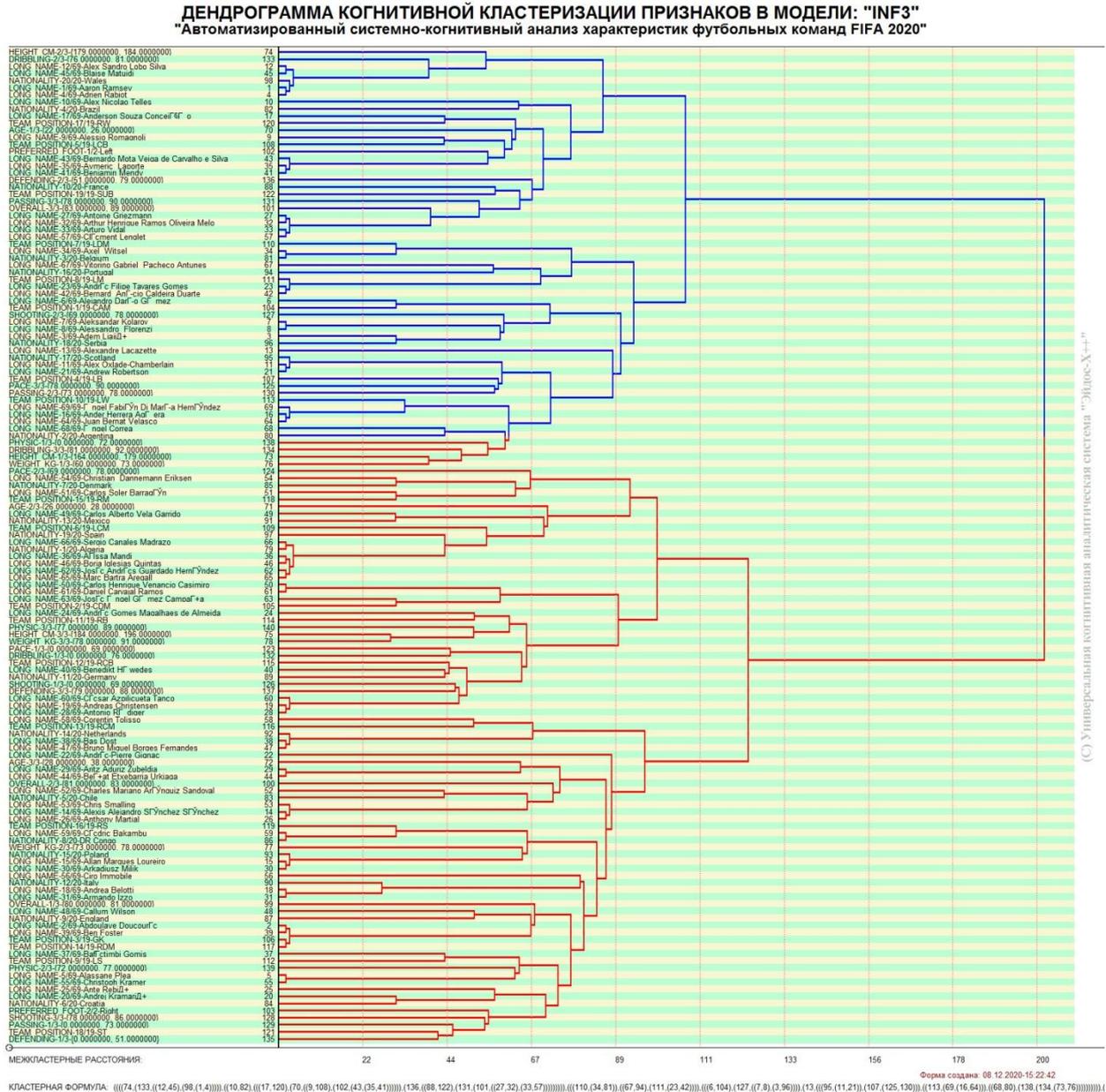


Рисунок 22. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков

Из дендрограммы на рисунке 22 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 клубах. **Значения факторов на полюсах**

конструкта факторов (рисунок 22) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 18 и 20).

На рисунке 23 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3" "Автоматизированный системно-когнитивный анализ характеристик футбольных команд FIFA 2020"

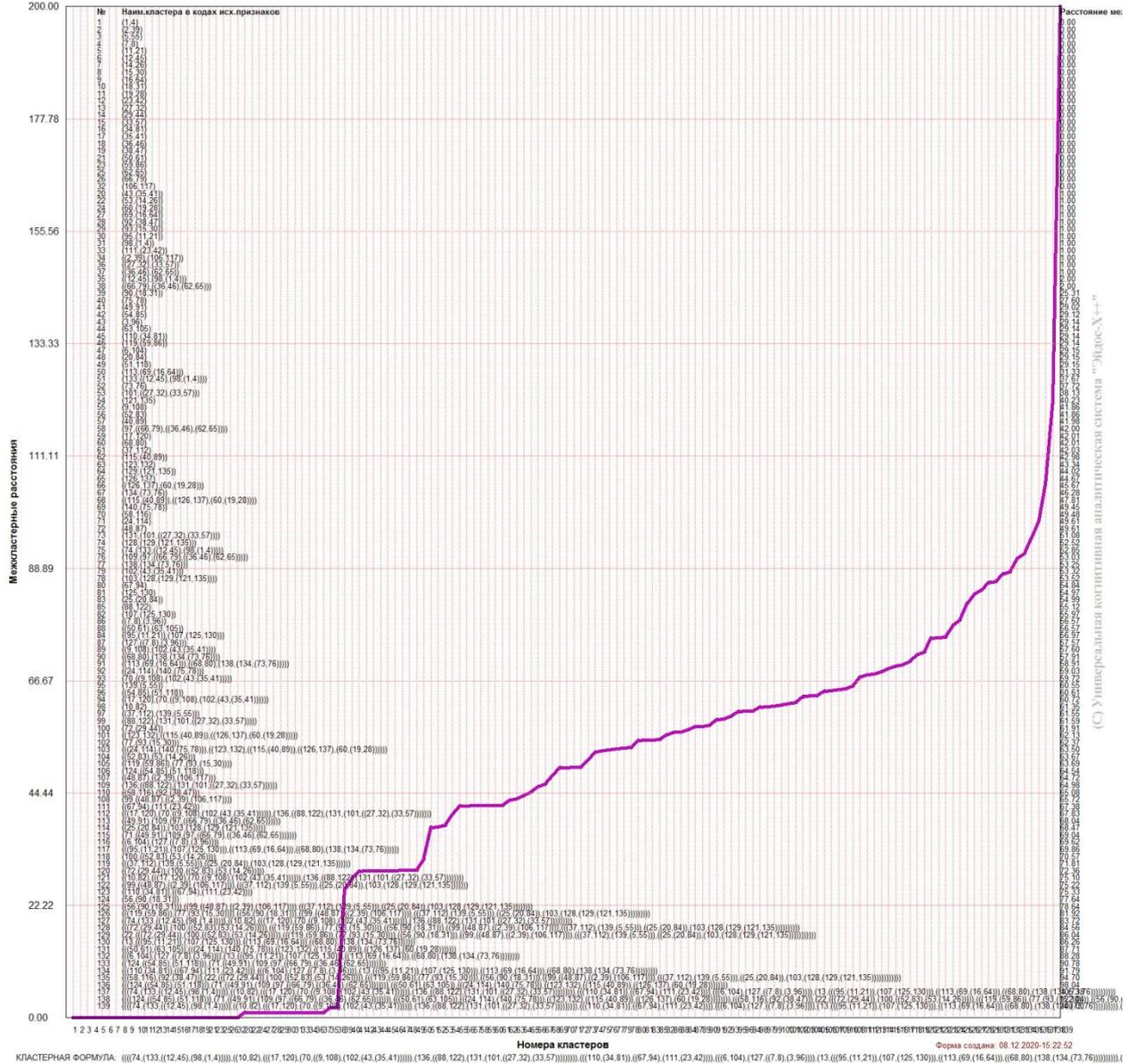


Рисунок 10. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

### 4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 24 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 25 - фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

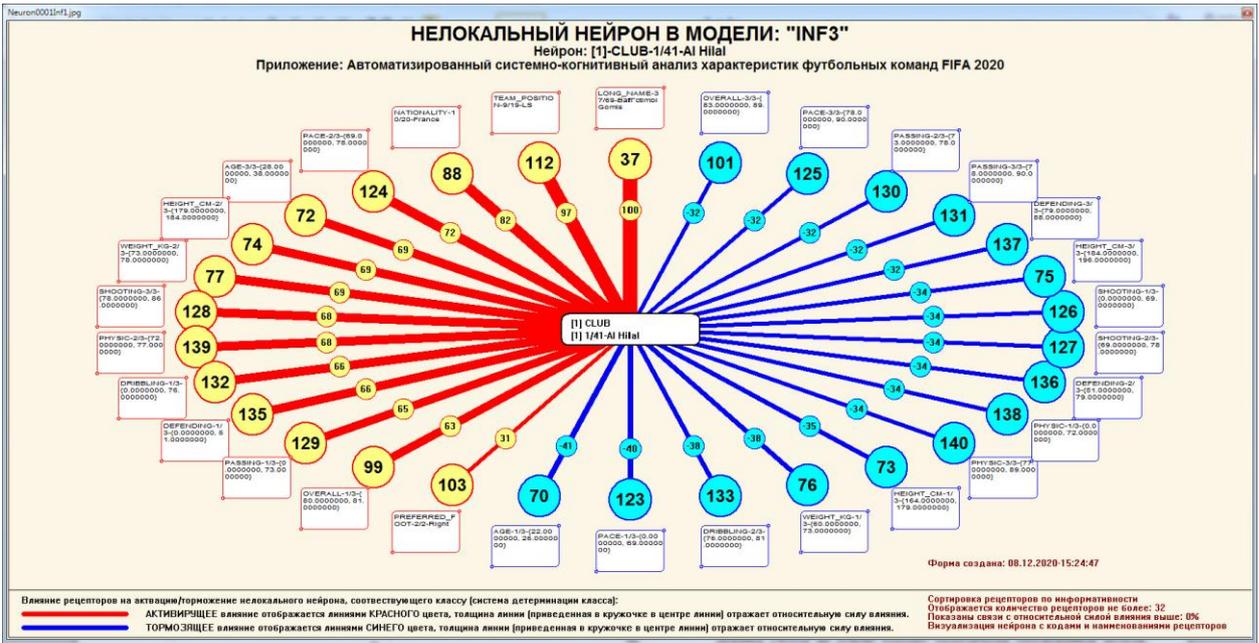


Рисунок 11. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений характеристик клубов на его вид

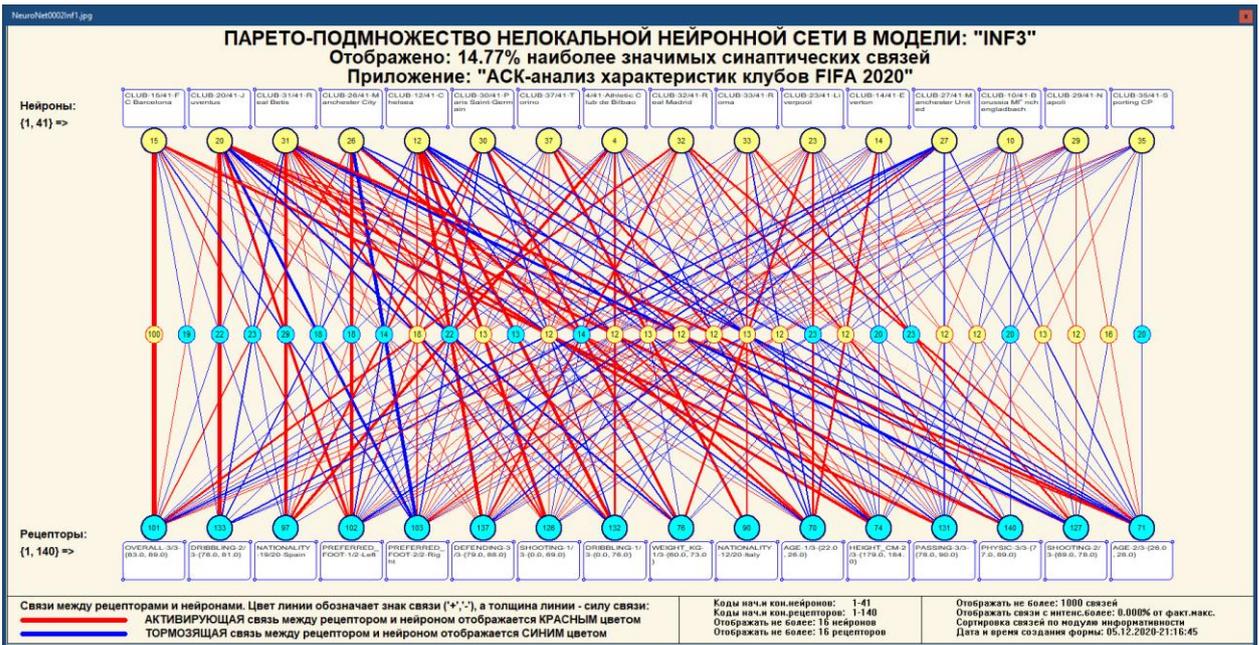


Рисунок 12. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений характеристик клубов на его вид (фрагмент 15% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют классу (виду) клубов, 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».

#### **4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты**

На рисунке 26 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 15% 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 25.

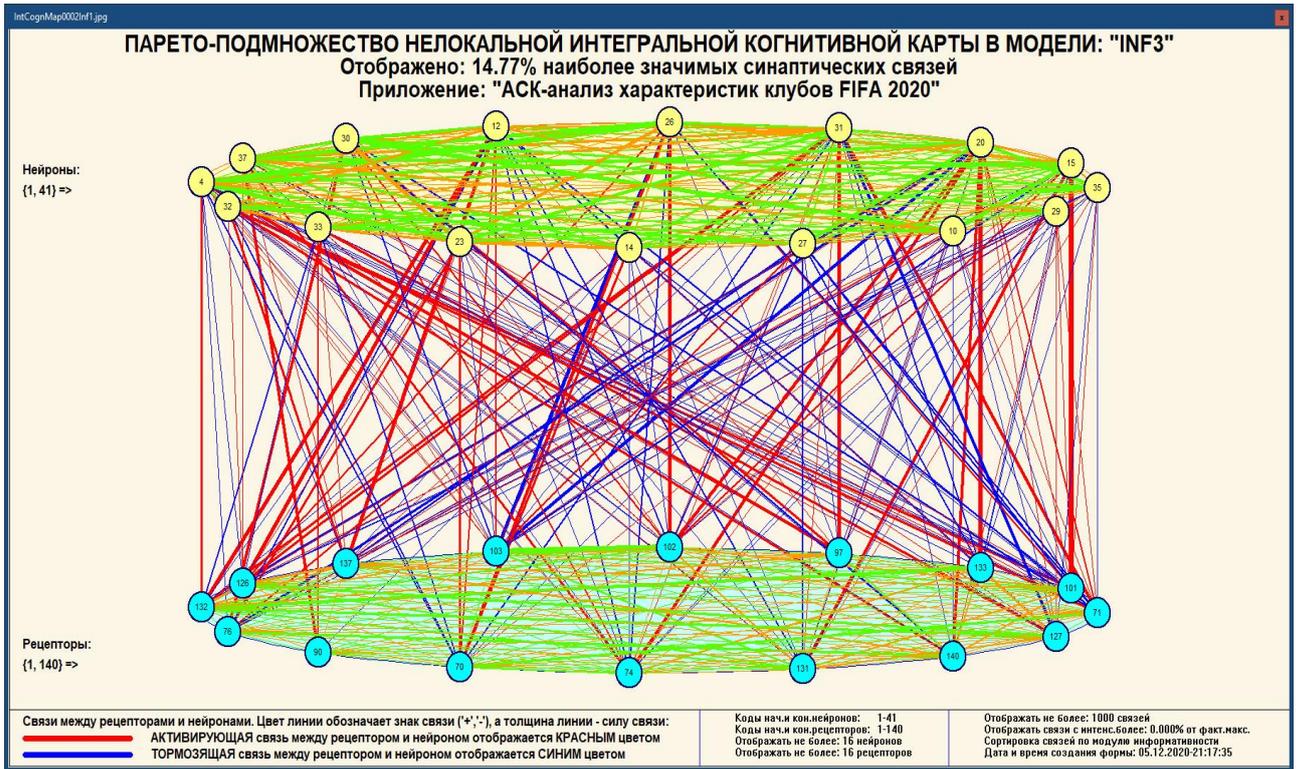


Рисунок 25. Интегральная когнитивная карта (фрагмент)

### 4.3.7. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 27).

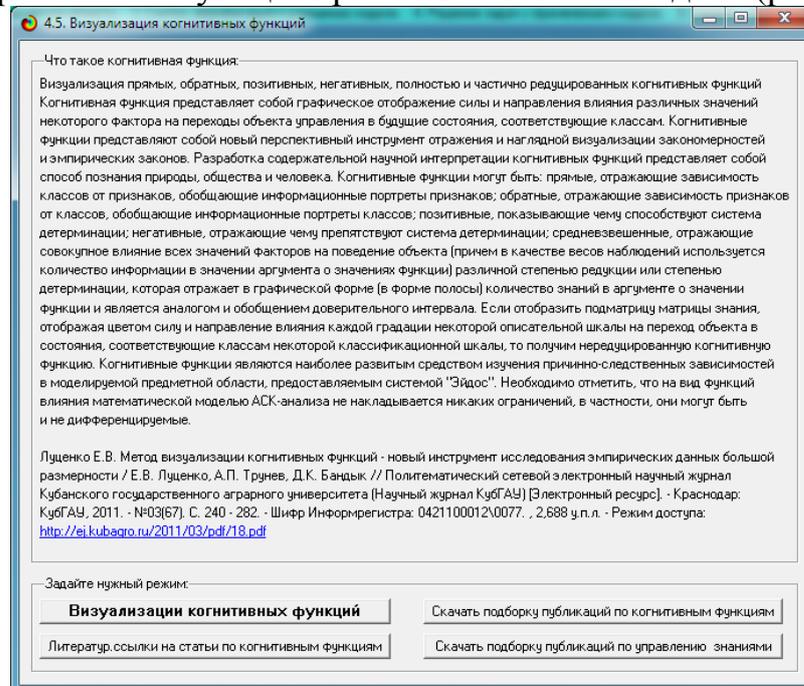


Рисунок 13. Help режима визуализации когнитивных функций

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.

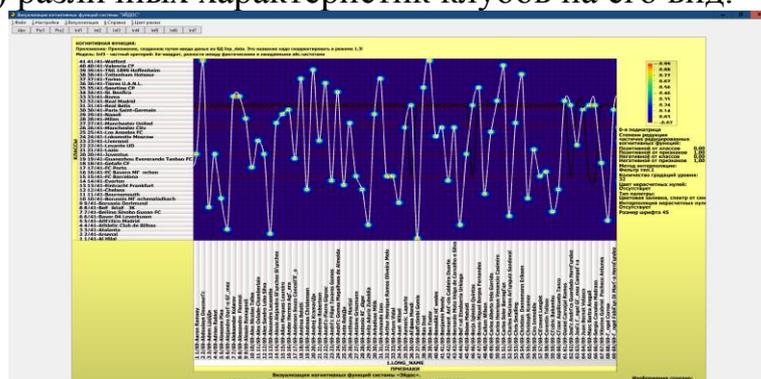
Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены 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.

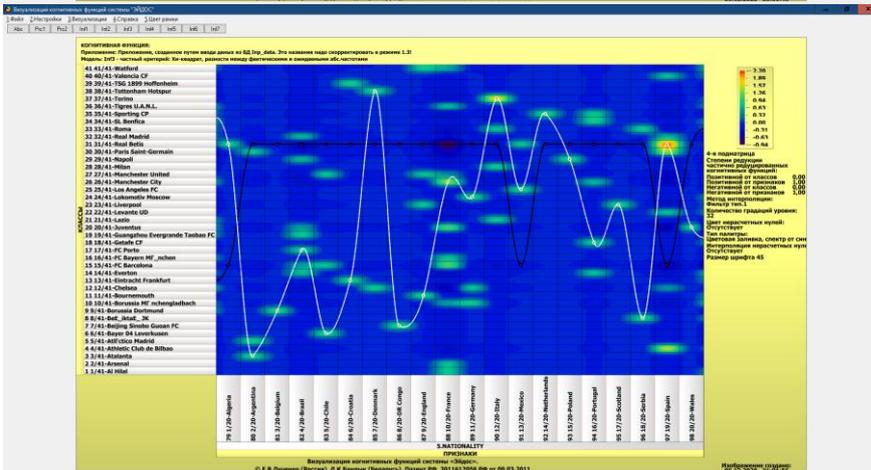
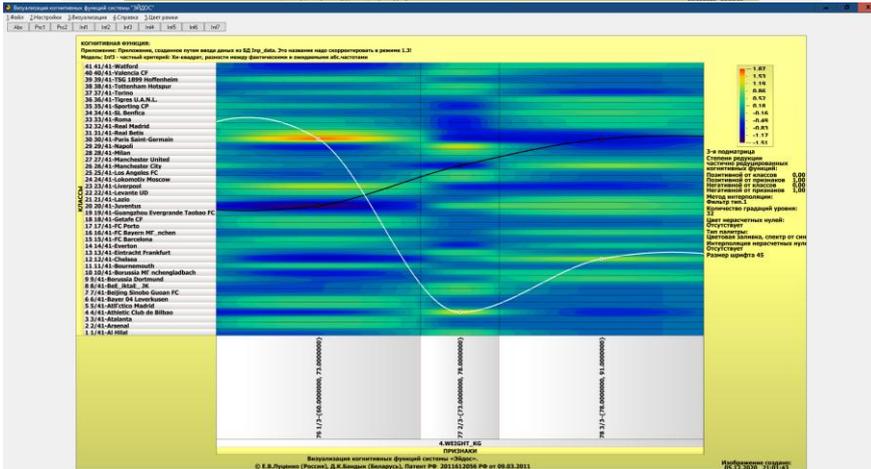
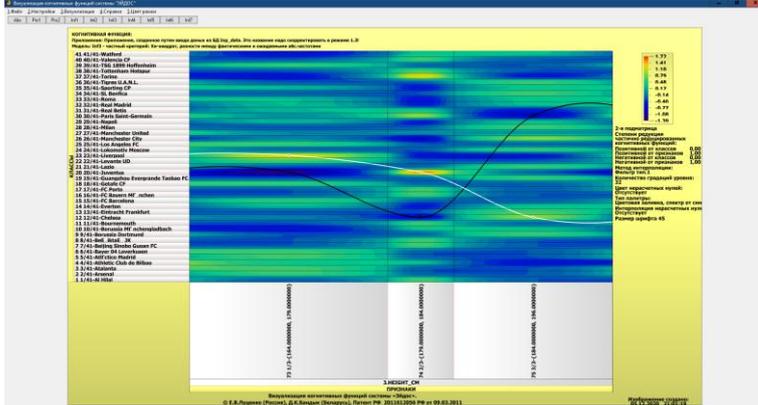
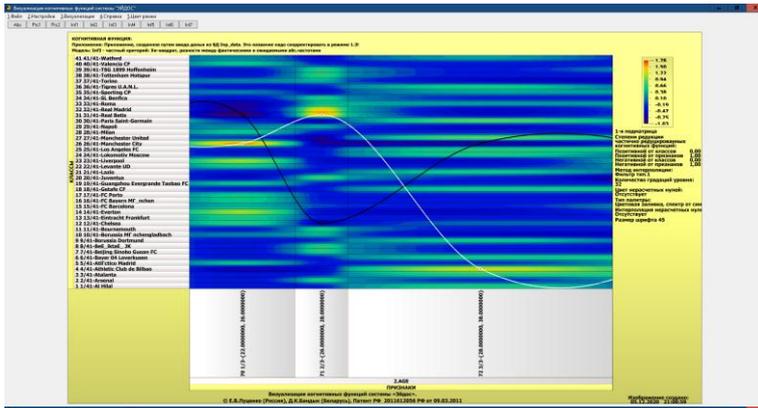
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

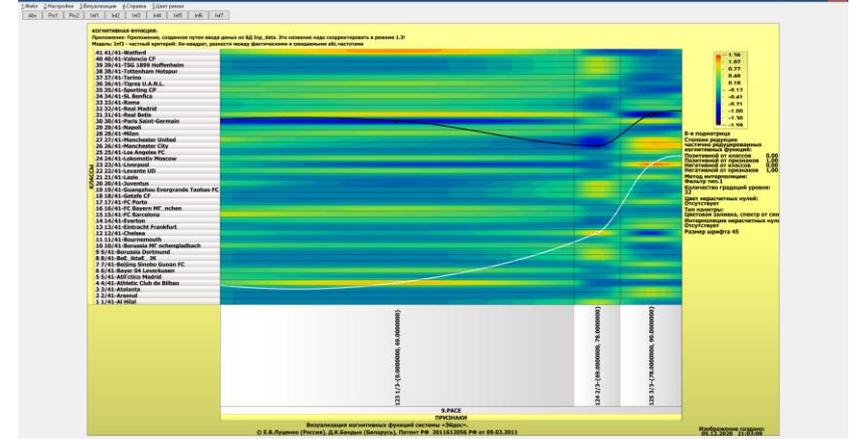
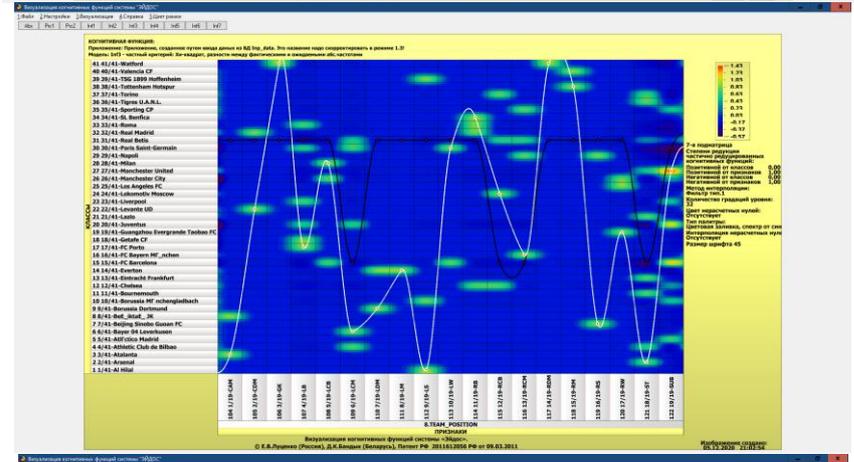
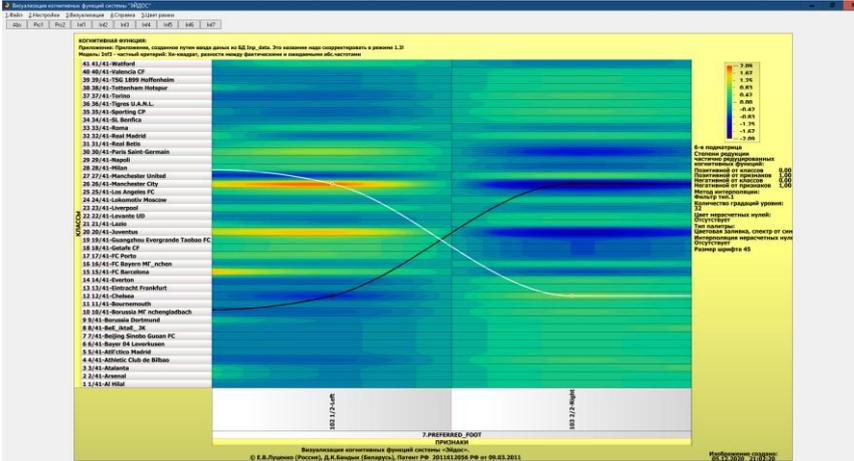
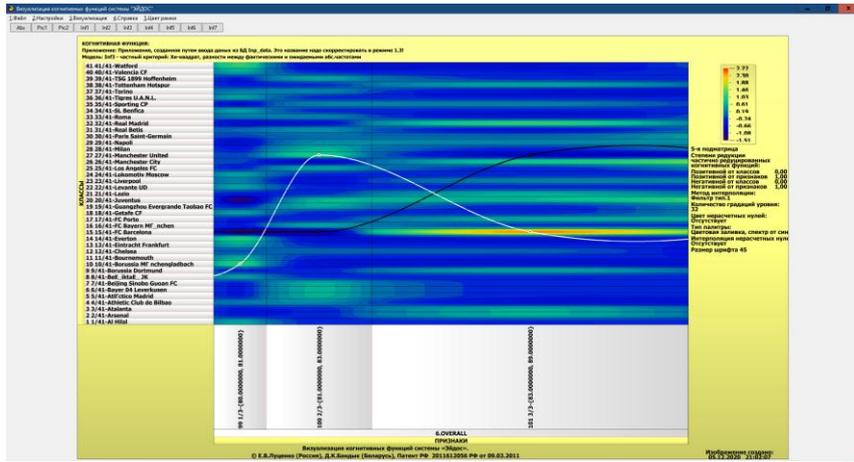
Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос".

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 28 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных характеристик клубов на его вид.









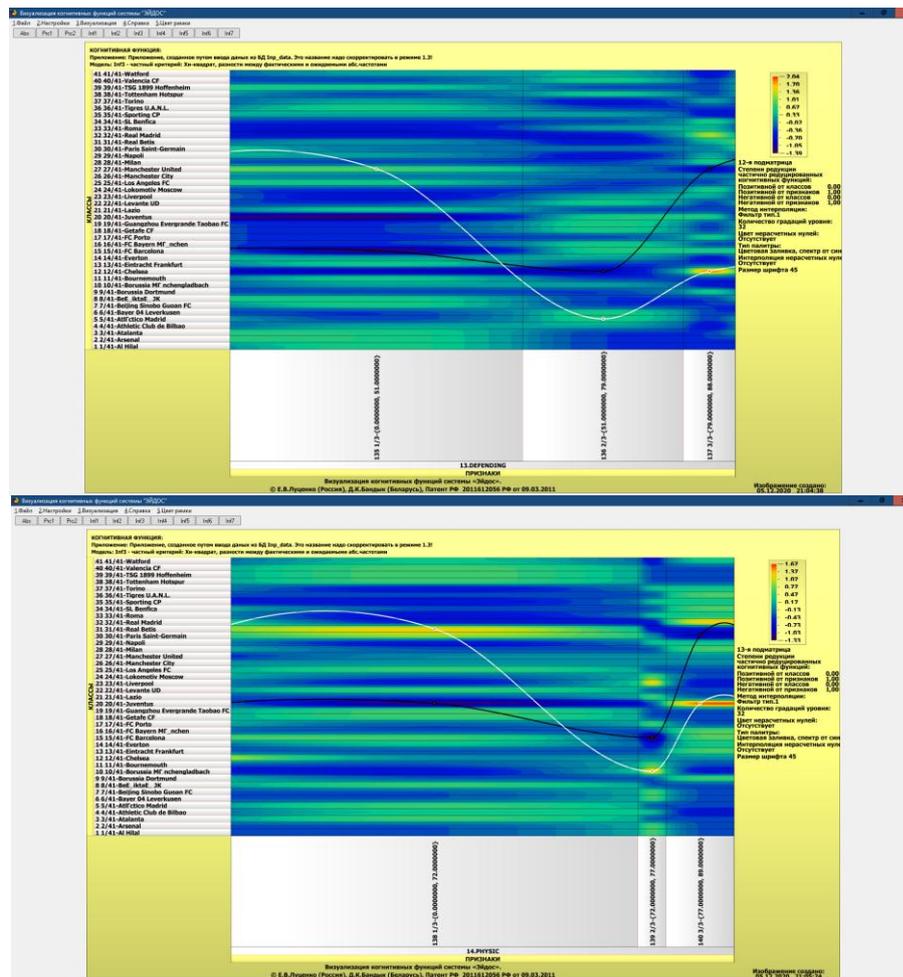


Рисунок 14. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих силу и направление влияния значений характеристик клубов на его вид

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 28, хорошо видно, что *зависимости между значениями характеристик клубов и их классом в основном имеют довольно предсказуемый характер.*

#### 4.3.8. Сила и направление влияния значений характеристик клубов и сила влияния этих характеристик клубов

На рисунках 6, 7 приведены фрагменты некоторых статистических и системно-когнитивных моделей, отражающих моделируемую предметную область.

Строки матриц моделей соответствуют значениям факторов, т.е. значениям характеристик клубов (градации описательных шкал).

Колонки матриц моделей соответствуют различным классам, отражающим вид клубов (градации классификационных шкал).

Числовые значения в ячейках матриц моделей, находящихся на пересечении строк и колонок, отражают направление (знак) и силу влияния

конкретного значения характеристики клубов, соответствующего сроку, на конкретное значение его класса.

Если какое-то значение характеристики слабо влияет на класс клубов, то в соответствующей строке матрицы модели будут малые по модулю значения разных знаков, если же влияние сильное – то и значения будут большие по модулю разных знаков.

Если значение какой-либо характеристики способствует получению некоторого определенного клуба, то в соответствующей этому результату ячейке матрицы модели будут положительные значения, если же понижает – то и значения будут отрицательные.

Из этого следует, что суммарную силу влияния того или иного значения характеристики клубов на его класс (т.е. ценность данного значения характеристики для решения задачи квалиметрии и других задач) можно количественно оценивать *степенью вариабельности значений* в строке матрицы модели, соответствующей этому значению характеристики клубов.

Существует много мер вариабельности значений: это и среднее модулей отклонения от среднего, и дисперсия, и среднеквадратичное отклонение и другие. В АСК-анализе и системе «Эйдос» для этой цели принято использовать среднеквадратичное отклонение. Численно оно равно стандартному отклонению и вычисляется по той же формуле, но мы предпочитаем не использовать термин «стандартное отклонение», т.к. он предполагает нормальность распределения исследуемых последовательностей чисел, а значит и проверку соответствующих статистических гипотез.

Самая правая колонка в матрицах моделей на рисунках 6, 7 содержит количественную оценку вариабельности значений строки модели (среднеквадратичное отклонение), которая и представляет собой ценность значения характеристики клубов, соответствующего строке, для решения задачи квалиметрии и других задач, рассмотренных в работе.

Если рассортировать матрицу модели по этой самой правой колонке в порядке убывания, а потом просуммировать значения в ней нарастающим итогом, то получим логистическую Парето-кривую, отражающую зависимость ценности модели от числа наиболее ценных признаков в ней (рисунок 29, таблица 6).

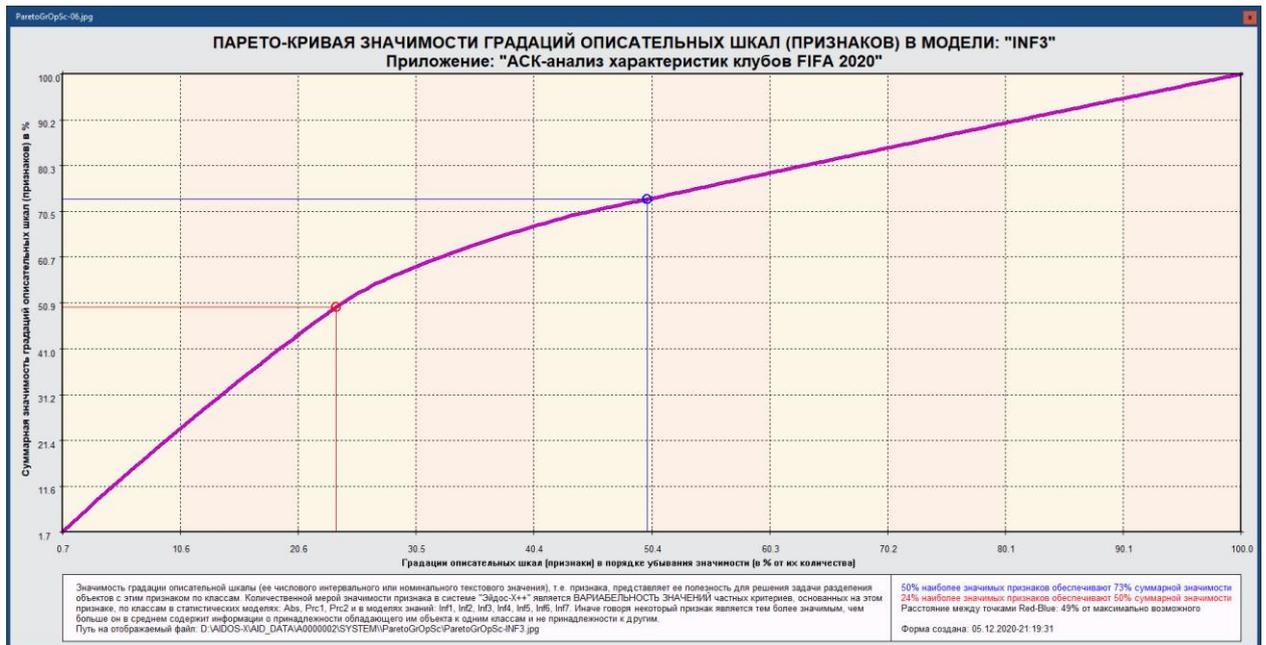


Рисунок 29. Парето-кривая значимости градаций описательных шкал

Таблица 6 – Парето-таблица значимости градаций описательных шкал, т.е. сила влияния значений характеристик клубов на их класс в СК-модели INF3

| №  | Код | Название признака                        | Код описательных шкал | Значимость, % | Значимость нарастающим итогом |
|----|-----|--|-----------------------|---------------|-------------------------------|
| 1  | 101 | OVERALL-3/3-{83.0000000, 89.0000000}     | 6                     | 1,7317132     | 1,7317132                     |
| 2  | 76  | WEIGHT_KG-1/3-{60.0000000, 73.0000000}   | 4                     | 1,6737141     | 3,4054273                     |
| 3  | 102 | PREFERRED_FOOT-1/2-Left                  | 7                     | 1,6699298     | 5,0753571                     |
| 4  | 103 | PREFERRED_FOOT-2/2-Right                 | 7                     | 1,6699298     | 6,7452870                     |
| 5  | 133 | DRIBBLING-2/3-{76.0000000, 81.0000000}   | 12                    | 1,6630886     | 8,4083755                     |
| 6  | 125 | PACE-3/3-{78.0000000, 90.0000000}        | 9                     | 1,6247591     | 10,0331346                    |
| 7  | 99  | OVERALL-1/3-{80.0000000, 81.0000000}     | 6                     | 1,6171509     | 11,6502855                    |
| 8  | 132 | DRIBBLING-1/3-{0.0000000, 76.0000000}    | 12                    | 1,5953975     | 13,2456830                    |
| 9  | 129 | PASSING-1/3-{0.0000000, 73.0000000}      | 11                    | 1,5873857     | 14,8330688                    |
| 10 | 74  | HEIGHT_CM-2/3-{179.0000000, 184.0000000} | 3                     | 1,5720774     | 16,4051462                    |
| 11 | 70  | AGE-1/3-{22.0000000, 26.0000000}         | 2                     | 1,5597721     | 17,9649183                    |
| 12 | 71  | AGE-2/3-{26.0000000, 28.0000000}         | 2                     | 1,5430039     | 19,5079222                    |
| 13 | 130 | PASSING-2/3-{73.0000000, 78.0000000}     | 11                    | 1,5364337     | 21,0443559                    |
| 14 | 128 | SHOOTING-3/3-{78.0000000, 86.0000000}    | 10                    | 1,5200421     | 22,5643980                    |
| 15 | 137 | DEFENDING-3/3-{79.0000000, 88.0000000}   | 13                    | 1,5131811     | 24,0775791                    |
| 16 | 131 | PASSING-3/3-{78.0000000, 90.0000000}     | 11                    | 1,5043688     | 25,5819479                    |
| 17 | 97  | NATIONALITY-19/20-Spain                  | 5                     | 1,5036642     | 27,0856121                    |
| 18 | 77  | WEIGHT_KG-2/3-{73.0000000, 78.0000000}   | 4                     | 1,4955045     | 28,5811166                    |
| 19 | 138 | PHYSIC-1/3-{0.0000000, 72.0000000}       | 14                    | 1,4861336     | 30,0672502                    |
| 20 | 135 | DEFENDING-1/3-{0.0000000, 51.0000000}    | 13                    | 1,4786159     | 31,5458660                    |
| 21 | 72  | AGE-3/3-{28.0000000, 38.0000000}         | 2                     | 1,4625426     | 33,0084087                    |
| 22 | 126 | SHOOTING-1/3-{0.0000000, 69.0000000}     | 10                    | 1,4514331     | 34,4598418                    |
| 23 | 127 | SHOOTING-2/3-{69.0000000, 78.0000000}    | 10                    | 1,4514331     | 35,9112749                    |
| 24 | 134 | DRIBBLING-3/3-{81.0000000, 92.0000000}   | 12                    | 1,4219256     | 37,3332004                    |
| 25 | 139 | PHYSIC-2/3-{72.0000000, 77.0000000}      | 14                    | 1,4158824     | 38,7490828                    |
| 26 | 140 | PHYSIC-3/3-{77.0000000, 89.0000000}      | 14                    | 1,4158824     | 40,1649652                    |
| 27 | 100 | OVERALL-2/3-{81.0000000, 83.0000000}     | 6                     | 1,3727878     | 41,5377530                    |
| 28 | 123 | PACE-1/3-{0.0000000, 69.0000000}         | 9                     | 1,3641278     | 42,9018808                    |
| 29 | 88  | NATIONALITY-10/20-France                 | 5                     | 1,3623373     | 44,2642181                    |
| 30 | 124 | PACE-2/3-{69.0000000, 78.0000000}        | 9                     | 1,3514024     | 45,6156205                    |
| 31 | 73  | HEIGHT_CM-1/3-{164.0000000, 179.0000000} | 3                     | 1,3219458     | 46,9375663                    |
| 32 | 75  | HEIGHT_CM-3/3-{184.0000000, 196.0000000} | 3                     | 1,3034254     | 48,2409917                    |
| 33 | 78  | WEIGHT_KG-3/3-{78.0000000, 91.0000000}   | 4                     | 1,3032283     | 49,5442200                    |
| 34 | 136 | DEFENDING-2/3-{51.0000000, 79.0000000}   | 13                    | 1,2227213     | 50,7669414                    |
| 35 | 122 | TEAM_POSITION-19/19-SUB                  | 8                     | 1,2052614     | 51,9722027                    |
| 36 | 121 | TEAM_POSITION-18/19-ST                   | 8                     | 1,0518785     | 53,0240813                    |
| 37 | 90  | NATIONALITY-12/20-Italy                  | 5                     | 1,0095016     | 54,0335829                    |
| 38 | 82  | NATIONALITY-4/20-Brazil                  | 5                     | 0,9060929     | 54,9396758                    |

|     |     |   |   |           |            |
|-----|-----|---|---|-----------|------------|
| 39  | 107 | TEAM_POSITION-4/19-LB                             | 8 | 0,8678943 | 55,8075701 |
| 40  | 94  | NATIONALITY-16/20-Portugal                        | 5 | 0,8313415 | 56,6389116 |
| 41  | 109 | TEAM_POSITION-6/19-LCM                            | 8 | 0,7471078 | 57,3860194 |
| 42  | 87  | NATIONALITY-9/20-England                          | 5 | 0,7419314 | 58,1279507 |
| 43  | 114 | TEAM_POSITION-11/19-RB                            | 8 | 0,7419314 | 58,8698821 |
| 44  | 116 | TEAM_POSITION-13/19-RCM                           | 8 | 0,7176396 | 59,5875217 |
| 45  | 115 | TEAM_POSITION-12/19-RCB                           | 8 | 0,7051800 | 60,2927017 |
| 46  | 112 | TEAM_POSITION-9/19-LS                             | 8 | 0,6714937 | 60,9641955 |
| 47  | 80  | NATIONALITY-2/20-Argentina                        | 5 | 0,6615193 | 61,6257148 |
| 48  | 120 | TEAM_POSITION-17/19-RW                            | 8 | 0,6615193 | 62,2872341 |
| 49  | 89  | NATIONALITY-11/20-Germany                         | 5 | 0,6513923 | 62,9386265 |
| 50  | 83  | NATIONALITY-5/20-Chile                            | 5 | 0,6306506 | 63,5692771 |
| 51  | 108 | TEAM_POSITION-5/19-LCB                            | 8 | 0,6306506 | 64,1999277 |
| 52  | 84  | NATIONALITY-6/20-Croatia                          | 5 | 0,5551991 | 64,7551268 |
| 53  | 104 | TEAM_POSITION-1/19-CAM                            | 8 | 0,5551991 | 65,3103259 |
| 54  | 118 | TEAM_POSITION-15/19-RM                            | 8 | 0,5551991 | 65,8655250 |
| 55  | 96  | NATIONALITY-18/20-Serbia                          | 5 | 0,5471581 | 66,4126831 |
| 56  | 105 | TEAM_POSITION-2/19-CDM                            | 8 | 0,5471581 | 66,9598412 |
| 57  | 110 | TEAM_POSITION-7/19-LDM                            | 8 | 0,5471581 | 67,5069993 |
| 58  | 119 | TEAM_POSITION-16/19-RS                            | 8 | 0,5471581 | 68,0541575 |
| 59  | 85  | NATIONALITY-7/20-Denmark                          | 5 | 0,5389975 | 68,5931549 |
| 60  | 91  | NATIONALITY-13/20-Mexico                          | 5 | 0,5222933 | 69,1154483 |
| 61  | 113 | TEAM_POSITION-10/19-LW                            | 8 | 0,5137377 | 69,6291860 |
| 62  | 3   | LONG_NAME-3/69-Adem Ljajić                        | 1 | 0,3918072 | 70,0209931 |
| 63  | 6   | LONG_NAME-6/69-Alejandro Darío Gómez              | 1 | 0,3918072 | 70,4128003 |
| 64  | 9   | LONG_NAME-9/69-Alessio Romagnoli                  | 1 | 0,3918072 | 70,8046075 |
| 65  | 10  | LONG_NAME-10/69-Alex Nicolao Telles               | 1 | 0,3918072 | 71,1964147 |
| 66  | 13  | LONG_NAME-13/69-Alexandre Lacazette               | 1 | 0,3918072 | 71,5882218 |
| 67  | 17  | LONG_NAME-17/69-Anderson Souza Conceição          | 1 | 0,3918072 | 71,9800290 |
| 68  | 20  | LONG_NAME-20/69-Andrej Kramarić                   | 1 | 0,3918072 | 72,3718362 |
| 69  | 22  | LONG_NAME-22/69-André-Pierre Gignac               | 1 | 0,3918072 | 72,7636433 |
| 70  | 24  | LONG_NAME-24/69-André Gomes Magalhães de Almeida  | 1 | 0,3918072 | 73,1554505 |
| 71  | 25  | LONG_NAME-25/69-Ante Rebić                        | 1 | 0,3918072 | 73,5472577 |
| 72  | 34  | LONG_NAME-34/69-Axel Witsel                       | 1 | 0,3918072 | 73,9390648 |
| 73  | 37  | LONG_NAME-37/69-Bafétinbi Gomis                   | 1 | 0,3918072 | 74,3308720 |
| 74  | 40  | LONG_NAME-40/69-Benedikt Höwedes                  | 1 | 0,3918072 | 74,7226792 |
| 75  | 48  | LONG_NAME-48/69-Callum Wilson                     | 1 | 0,3918072 | 75,1144863 |
| 76  | 49  | LONG_NAME-49/69-Carlos Alberto Vela Garrido       | 1 | 0,3918072 | 75,5062935 |
| 77  | 51  | LONG_NAME-51/69-Carlos Soler Barragán             | 1 | 0,3918072 | 75,8981007 |
| 78  | 52  | LONG_NAME-52/69-Charles Mariano Aránguiz Sandoval | 1 | 0,3918072 | 76,2899079 |
| 79  | 54  | LONG_NAME-54/69-Christian Dannemann Eriksen       | 1 | 0,3918072 | 76,6817150 |
| 80  | 56  | LONG_NAME-56/69-Ciro Immobile                     | 1 | 0,3918072 | 77,0735222 |
| 81  | 58  | LONG_NAME-58/69-Corentin Tolisso                  | 1 | 0,3918072 | 77,4653294 |
| 82  | 59  | LONG_NAME-59/69-Cédric Bakambu                    | 1 | 0,3918072 | 77,8571365 |
| 83  | 63  | LONG_NAME-63/69-José Ángel Gómez Campaña          | 1 | 0,3918072 | 78,2489437 |
| 84  | 67  | LONG_NAME-67/69-Vitorino Gabriel Pacheco Antunes  | 1 | 0,3918072 | 78,6407509 |
| 85  | 68  | LONG_NAME-68/69-Jorge Correa                      | 1 | 0,3918072 | 79,0325580 |
| 86  | 81  | NATIONALITY-3/20-Belgium                          | 5 | 0,3918072 | 79,4243652 |
| 87  | 86  | NATIONALITY-8/20-DR Congo                         | 5 | 0,3918072 | 79,8161724 |
| 88  | 2   | LONG_NAME-2/69-Abdoulaye Doucouré                 | 1 | 0,3861099 | 80,2022823 |
| 89  | 5   | LONG_NAME-5/69-Alassane Plea                      | 1 | 0,3861099 | 80,5883923 |
| 90  | 7   | LONG_NAME-7/69-Aleksandar Kolarov                 | 1 | 0,3861099 | 80,9745022 |
| 91  | 8   | LONG_NAME-8/69-Alessandro Florenzi                | 1 | 0,3861099 | 81,3606121 |
| 92  | 11  | LONG_NAME-11/69-Alex Oxlade-Chamberlain           | 1 | 0,3861099 | 81,7467221 |
| 93  | 15  | LONG_NAME-15/69-Allan Marques Loureiro            | 1 | 0,3861099 | 82,1328320 |
| 94  | 18  | LONG_NAME-18/69-Andrea Belotti                    | 1 | 0,3861099 | 82,5189420 |
| 95  | 21  | LONG_NAME-21/69-Andrew Robertson                  | 1 | 0,3861099 | 82,9050519 |
| 96  | 23  | LONG_NAME-23/69-André Filipe Tavares Gomes        | 1 | 0,3861099 | 83,2911619 |
| 97  | 29  | LONG_NAME-29/69-Aritz Aduriz Zubeldia             | 1 | 0,3861099 | 83,6772718 |
| 98  | 30  | LONG_NAME-30/69-Arkadiusz Milik                   | 1 | 0,3861099 | 84,0633818 |
| 99  | 31  | LONG_NAME-31/69-Armando Izzo                      | 1 | 0,3861099 | 84,4494917 |
| 100 | 38  | LONG_NAME-38/69-Bas Dost                          | 1 | 0,3861099 | 84,8356016 |
| 101 | 39  | LONG_NAME-39/69-Ben Foster                        | 1 | 0,3861099 | 85,2217116 |
| 102 | 42  | LONG_NAME-42/69-Bernard Aníbal Caldeira Duarte    | 1 | 0,3861099 | 85,6078215 |
| 103 | 44  | LONG_NAME-44/69-Bertrand Leno                     | 1 | 0,3861099 | 85,9939315 |
| 104 | 47  | LONG_NAME-47/69-Bruno Miguel Borges Fernandes     | 1 | 0,3861099 | 86,3800414 |
| 105 | 50  | LONG_NAME-50/69-Carlos Henrique Venancio Casimiro | 1 | 0,3861099 | 86,7661514 |
| 106 | 55  | LONG_NAME-55/69-Christoph Kramer                  | 1 | 0,3861099 | 87,1522613 |
| 107 | 61  | LONG_NAME-61/69-Daniel Carvajal Ramos             | 1 | 0,3861099 | 87,5383713 |
| 108 | 92  | NATIONALITY-14/20-Netherlands                     | 5 | 0,3861099 | 87,9244812 |
| 109 | 93  | NATIONALITY-15/20-Poland                          | 5 | 0,3861099 | 88,3105911 |

|     |     |   |   |           |             |
|-----|-----|---|---|-----------|-------------|
| 110 | 95  | NATIONALITY-17/20-Scotland                              | 5 | 0,3861099 | 88,6967011  |
| 111 | 106 | TEAM_POSITION-3/19-GK                                   | 8 | 0,3861099 | 89,0828110  |
| 112 | 111 | TEAM_POSITION-8/19-LM                                   | 8 | 0,3861099 | 89,4689210  |
| 113 | 117 | TEAM_POSITION-14/19-RDM                                 | 8 | 0,3861099 | 89,8550309  |
| 114 | 14  | LONG_NAME-14/69-Alexis Alejandro SIñchez SIñchez        | 1 | 0,3803274 | 90,2353583  |
| 115 | 16  | LONG_NAME-16/69-Ander Herrera AgI_era                   | 1 | 0,3803274 | 90,6156857  |
| 116 | 19  | LONG_NAME-19/69-Andreas Christensen                     | 1 | 0,3803274 | 90,9960131  |
| 117 | 26  | LONG_NAME-26/69-Anthony Martial                         | 1 | 0,3803274 | 91,3763405  |
| 118 | 28  | LONG_NAME-28/69-Antonio RIdiger                         | 1 | 0,3803274 | 91,7566679  |
| 119 | 35  | LONG_NAME-35/69-Aymeric Laporte                         | 1 | 0,3803274 | 92,1369953  |
| 120 | 41  | LONG_NAME-41/69-Benjamin Mendy                          | 1 | 0,3803274 | 92,5173227  |
| 121 | 43  | LONG_NAME-43/69-Bernardo Mota Veiga de Carvalho e Silva | 1 | 0,3803274 | 92,8976501  |
| 122 | 53  | LONG_NAME-53/69-Chris Smalling                          | 1 | 0,3803274 | 93,2779775  |
| 123 | 60  | LONG_NAME-60/69-CIcsar Azpilicueta Tanco                | 1 | 0,3803274 | 93,6583049  |
| 124 | 64  | LONG_NAME-64/69-Juan Bernat Velasco                     | 1 | 0,3803274 | 94,0386323  |
| 125 | 69  | LONG_NAME-69/69-Iñgel FabiIñn Di MarI-a HernIñdez       | 1 | 0,3803274 | 94,4189597  |
| 126 | 1   | LONG_NAME-1/69-Aaron Ramsey                             | 1 | 0,3744556 | 94,7934153  |
| 127 | 4   | LONG_NAME-4/69-Adrien Rabiot                            | 1 | 0,3744556 | 95,1678709  |
| 128 | 12  | LONG_NAME-12/69-Alex Sandro Lobo Silva                  | 1 | 0,3744556 | 95,5423264  |
| 129 | 27  | LONG_NAME-27/69-Antoine Griezmann                       | 1 | 0,3744556 | 95,9167820  |
| 130 | 32  | LONG_NAME-32/69-Arthur Henrique Ramos Oliveira Melo     | 1 | 0,3744556 | 96,2912376  |
| 131 | 33  | LONG_NAME-33/69-Arturo Vidal                            | 1 | 0,3744556 | 96,6656931  |
| 132 | 45  | LONG_NAME-45/69-Blaise Matuidi                          | 1 | 0,3744556 | 97,0401487  |
| 133 | 57  | LONG_NAME-57/69-ClIcment Lenglet                        | 1 | 0,3744556 | 97,4146043  |
| 134 | 98  | NATIONALITY-20/20-Wales                                 | 5 | 0,3744556 | 97,7890599  |
| 135 | 36  | LONG_NAME-36/69-AdIssa Mandi                            | 1 | 0,3684900 | 98,1575499  |
| 136 | 46  | LONG_NAME-46/69-Borja Iglesias Quintas                  | 1 | 0,3684900 | 98,5260399  |
| 137 | 62  | LONG_NAME-62/69-JosIc AndIcs Guardado HernIñdez         | 1 | 0,3684900 | 98,8945299  |
| 138 | 65  | LONG_NAME-65/69-Marc Bartra Aregall                     | 1 | 0,3684900 | 99,2630200  |
| 139 | 66  | LONG_NAME-66/69-Sergio Canales Madrazo                  | 1 | 0,3684900 | 99,6315100  |
| 140 | 79  | NATIONALITY-1/20-Algeria                                | 5 | 0,3684900 | 100,0000000 |

Из рисунка 29 и таблицы 6 видно, что 50% наиболее ценных для решения задачи идентификации характеристик клубов обуславливают 73% суммарной ценности, а 50% суммарной ценности обеспечиваются 50% наиболее ценных характеристик клубов.

Обращаем внимание, что наиболее ценным является общая характеристика игрока в клубе, а наименее ценным – защита игроков в клубе, причем наименее ценный фактор является бессмысленным.

Из таблицы 6 видно, что наиболее сильное влияние на клуб оказывают значения характеристик:

1. OVERALL-3/3-{83.0000000, 89.0000000}
2. WEIGHT\_KG-1/3-{60.0000000, 73.0000000}
3. PREFERRED\_FOOT-1/2-Left
4. PREFERRED\_FOOT-2/2-Right
5. DRIBBLING-2/3-{76.0000000, 81.0000000}

а наиболее низкое:

1. DEFENDING-2/3-{51.0000000, 79.0000000}
2. WEIGHT\_KG-3/3-{78.0000000, 91.0000000}
3. HEIGHT\_CM-3/3-{184.0000000, 196.0000000}
4. PACE-2/3-{69.0000000, 78.0000000}
5. NATIONALITY-10/20-France

Ценность же характеристик клубов (всей описательной шкалы или фактора), для решения этих задач можно количественно оценивать как среднее от ценности значений этого параметра (таблица 7).

Таблица 7 – Парето-таблица значимости описательных шкал,  
т.е. сила влияния характеристик клубов на их класс  
в СК-модели INF3

| №  | Код | Название описательной шкалы | Значимость, % | Значимость нарастающим итогом |
|----|-----|-----------------------------|---------------|-------------------------------|
| 1  | 7   | PREFERRED_FOOT              | 9,1656936     | 9,1656936                     |
| 2  | 6   | OVERALL                     | 8,6385296     | 17,8042232                    |
| 3  | 12  | DRIBBLING                   | 8,5630778     | 26,3673010                    |
| 4  | 11  | PASSING                     | 8,4675325     | 34,8348334                    |
| 5  | 2   | AGE                         | 8,3525086     | 43,1873420                    |
| 6  | 4   | WEIGHT_KG                   | 8,1825946     | 51,3699367                    |
| 7  | 10  | SHOOTING                    | 8,0919617     | 59,4618984                    |
| 8  | 9   | PACE                        | 7,9408055     | 67,4027040                    |
| 9  | 14  | PHYSIC                      | 7,8998395     | 75,3025435                    |
| 10 | 13  | DEFENDING                   | 7,7106995     | 83,0132430                    |
| 11 | 3   | HEIGHT_CM                   | 7,6794700     | 90,6927130                    |
| 12 | 5   | NATIONALITY                 | 3,6079689     | 94,3006819                    |
| 13 | 8   | TEAM_POSITION               | 3,5891555     | 97,8898373                    |
| 14 | 1   | LONG_NAME                   | 2,1101627     | 100,0000000                   |

Из таблицы 7 видно, что наиболее сильное влияние на клуб оказывают игроки с сильной ногой, а наиболее низкое – имена и фамилии игроков в клубе.

#### 4.3.9. Степень детерминированности клубов

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается *степенью варибельности значений факторов* (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (таблица 8).

В данной работе у нас классами являются клубы, а значениями градаций описательных шкал – их характеристики.

На рисунке 30 мы видим Парето-кривую степени детерминированности классов значениями характеристик нарастающим итогом.

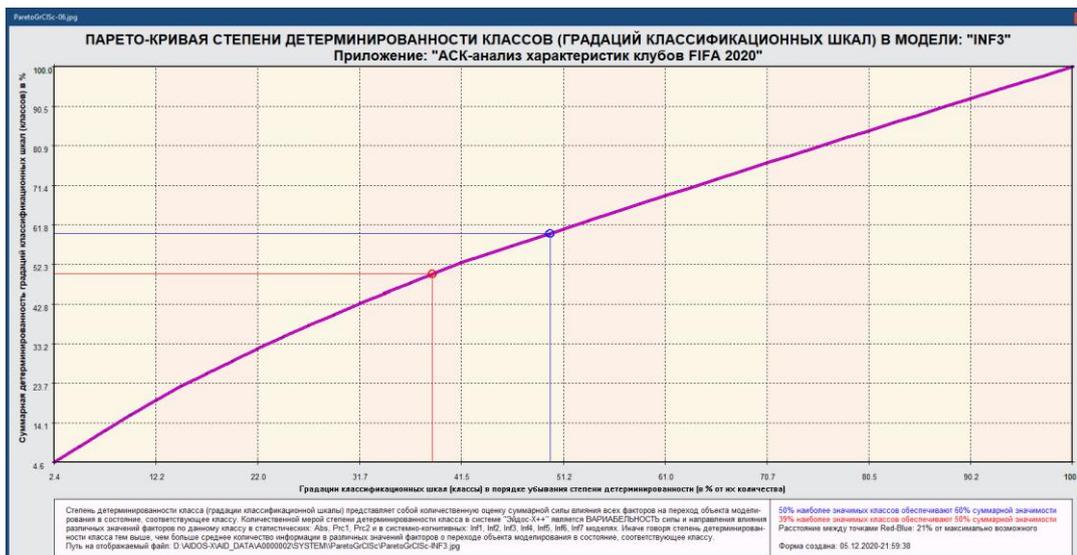


Рисунок 30. Парето-кривая степени детерминированности классов

Таблица 8 – Парето-таблица степеней детерминированности (обусловленности) клубов в СК-модели INF3

| №  | Код класса | Название класса                           | Значимость, % | Значимость нарастающим итогом |
|----|------------|---|---------------|-------------------------------|
| 1  | 20         | CLUB-20/41-Juventus                       | 4,6053845     | 4,6053845                     |
| 2  | 31         | CLUB-31/41-Real Betis                     | 3,8491342     | 8,4545187                     |
| 3  | 15         | CLUB-15/41-FC Barcelona                   | 3,8212035     | 12,2757222                    |
| 4  | 12         | CLUB-12/41-Chelsea                        | 3,8040158     | 16,0797380                    |
| 5  | 26         | CLUB-26/41-Manchester City                | 3,5280288     | 19,6077668                    |
| 6  | 30         | CLUB-30/41-Paris Saint-Germain            | 3,4394239     | 23,0471907                    |
| 7  | 23         | CLUB-23/41-Liverpool                      | 3,0478631     | 26,0950538                    |
| 8  | 32         | CLUB-32/41-Real Madrid                    | 3,0177059     | 29,1127597                    |
| 9  | 4          | 4/41-Athletic Club de Bilbao              | 2,9175435     | 32,0303033                    |
| 10 | 27         | CLUB-27/41-Manchester United              | 2,9100659     | 34,9403691                    |
| 11 | 14         | CLUB-14/41-Everton                        | 2,6806516     | 37,6210207                    |
| 12 | 37         | CLUB-37/41-Torino                         | 2,6806516     | 40,3016723                    |
| 13 | 41         | CLUB-41/41-Watford                        | 2,6137111     | 42,9153834                    |
| 14 | 10         | CLUB-10/41-Borussia MГ nchengladbach      | 2,4928165     | 45,4081999                    |
| 15 | 29         | CLUB-29/41-Napoli                         | 2,4465244     | 47,8547243                    |
| 16 | 35         | CLUB-35/41-Sporting CP                    | 2,4064773     | 50,2612015                    |
| 17 | 33         | CLUB-33/41-Roma                           | 2,4041005     | 52,6653020                    |
| 18 | 25         | CLUB-25/41-Los Angeles FC                 | 2,0750673     | 54,7403693                    |
| 19 | 19         | CLUB-19/41-Guangzhou Evergrande Taobao FC | 2,0389414     | 56,7793107                    |
| 20 | 18         | CLUB-18/41-Getafe CF                      | 2,0276957     | 58,8070063                    |
| 21 | 28         | CLUB-28/41-Milan                          | 2,0220499     | 60,8290562                    |
| 22 | 38         | CLUB-38/41-Tottenham Hotspur              | 2,0220499     | 62,8511060                    |
| 23 | 17         | CLUB-17/41-FC Porto                       | 2,0135511     | 64,8646572                    |
| 24 | 8          | CLUB-8/41-BeE iktAE JK                    | 2,0078653     | 66,8725225                    |
| 25 | 9          | CLUB-9/41-Borussia Dortmund               | 1,9993066     | 68,8718292                    |
| 26 | 39         | CLUB-39/41-TSG 1899 Hoffenheim            | 1,9935801     | 70,8654093                    |
| 27 | 7          | CLUB-7/41-Beijing Sinobo Guoan FC         | 1,9907102     | 72,8561195                    |
| 28 | 3          | CLUB-3/41-Atalanta                        | 1,9849592     | 74,8410787                    |
| 29 | 34         | CLUB-34/41-SL Benfica                     | 1,9646972     | 76,8057759                    |
| 30 | 24         | CLUB-24/41-Lokomotiv Moscow               | 1,9500958     | 78,7558717                    |
| 31 | 6          | CLUB-6/41-Bayer 04 Leverkusen             | 1,9471622     | 80,7030339                    |
| 32 | 21         | CLUB-21/41-Lazio                          | 1,9471622     | 82,6501962                    |
| 33 | 2          | CLUB-2/41-Arsenal                         | 1,9442242     | 84,5944203                    |
| 34 | 1          | CLUB-1/41-Al Hilal                        | 1,9412824     | 86,5357027                    |
| 35 | 5          | CLUB-5/41-Atletico Madrid                 | 1,9412824     | 88,4769852                    |
| 36 | 40         | CLUB-40/41-Valencia CF                    | 1,9383355     | 90,4153207                    |
| 37 | 11         | CLUB-11/41-Bournemouth                    | 1,9353841     | 92,3507048                    |
| 38 | 13         | CLUB-13/41-Eintracht Frankfurt            | 1,9235334     | 94,2742382                    |
| 39 | 16         | CLUB-16/41-FC Bayern MГ nchen             | 1,9235334     | 96,1977717                    |
| 40 | 36         | CLUB-36/41-Tigres U.A.N.L.                | 1,9026176     | 98,1003893                    |
| 41 | 22         | CLUB-22/41-Levante UD                     | 1,8996107     | 100,0000000                   |

Из таблицы 8 мы видим, что значения характеристик наиболее сильно детерминируют (обуславливают) такие клубы, как Juventus и, Real Betis а наиболее слабо – клубы Tigres U.A.N.L. и Levante UD. При этом степень детерминированности наиболее и наименее детерминированных классов отличается в четыре раза, что довольно существенно.

Чем выше степень детерминированности класса клуба значениями его характеристик, тем легче определить этот класс по параметрам клубов.

## 7. Выводы

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

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным клубам, изучено влияние характеристик клубов FIFA 2020 на эти классы, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться, установив облачное Эйдос-приложение №223 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

## Литература

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <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](https://www.researchgate.net/publication/343998862_SYSTEM_ANALYSIS_AND_DECISION_MAKING_Automated_system-cognitive_analysis_and_solving_problems_of_identification_decision-making)

[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://www.researchgate.net/publication/335057548\\_On\\_HIGHER\\_FORMS\\_of\\_CONSCIOUSNESS\\_the\\_PROSPECTS\\_of\\_MAN\\_TECHNOLOGY\\_AND\\_SOCIETY\\_selected\\_works](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](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. Страничка проф.Е.В.Луценко: [https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](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. Системное обобщение принципа Эшби и повышение уровня системности модели объекта познания как необходимое условие адекватности процесса его познания / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №09(163). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/09.pdf>, 2,125 у.п.л. – IDA [article ID]: 1632009009. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-163-009>

18. Луценко Е.В. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Е.К. Печурина, А.Э. Сергеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №06(160). С. 95 – 114. – IDA [article ID]: 1602006009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/06/pdf/09.pdf>, 1,25 у.п.л.

19. Ссылка на подборку публикаций проф.Е.В.Луценко с соавторами по информационным мерам сложности систем (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_emergence.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm)