

УДК 303.732.4

UDC 303.732.4

**СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К
СИНТЕЗУ ЭФФЕКТИВНОГО АЛФАВИТА****SYSTEMIC-COGNITIVE APPROACH TO
SYNTHESIS OF THE EFFECTIVE ALPHABET**Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессорLutsenko Evgeny Veniaminovich
Dr. Sci.Econ., Cand. Tech.Sci., professor*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Краснодар, Россия**Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье обсуждается назначение алфавита и обосновываются критерии его эффективности. Подробнее рассматривается технология и методика применения системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» для количественной оценки стандартных графических шрифтов по одному из этих критериев: различимости символов.

In the article appointment of the alphabet is discussed and criteria of its efficiency are proved. The technology and an application technique of systemic-cognitive analysis and its toolkit - "Eidos" system for a quantitative estimation of standard graphic fonts on one of these criteria: discernability of symbols are examined in details.

Ключевые слова: СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, ФОНДОВЫЙ РЫНОК, ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, СЕМАНТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

Keywords: SYSTEMIC-COGNITIVE ANALYSIS, TIME NUMBERS, SHARE MARKET, TECHNICAL ANALYSIS, FUNDAMENTAL ANALYSIS, SEMANTIC INFORMATION MODEL

Фонетические алфавиты испокон веков используются людьми для визуализации звуковой речи с использованием символов (букв), соответствующих фонемам, т.е. для *записи* речи, в том числе с целью ее сохранения на различных носителях, а также для озвучивания текстовой речи, т.е. для *чтения*. Изобретение алфавита и письменности создало возможность передачи больших объемов информации в пространстве и времени (между поколениями) и сыграло огромную роль в развитии человеческой цивилизации. Со времени крушения Вавилонской башни люди пользуются тысячами различных языков, однако большинство из них не имеют своих алфавитов и используют «импортные» алфавиты, чаще всего основанные на латинице, греческом алфавите или кириллице. Между тем эти алфавиты разрабатывались для вполне конкретных языков с вполне определенными наборами фонем и этот набор далеко не совпадает с тем, который реально используется в данном языке. Поэтому звуки, для которых в алфавите просто отсутствуют символы, приходится записывать *сочетаниями символов*, т.е. использовать *транслитерацию*, или отображать звуки символами, которые

для этого не очень для этого подходят. С другой стороны в «импортном» алфавите могут быть символы для отображения звуков, которых нет в языке. Таким образом возникает **проблема неадекватности (несоответствия) алфавита тому языку, для символической записи которого он реально на практике используется.**

Практически каждый сталкивался с этой проблемой, когда пытался записывать русские слова (чаще всего фамилии) латинскими буквами или просто изучал английский язык.

Более того, даже с течением времени звучание любого языка меняется и возникает необходимость корректировки алфавита. В некоторых странах, например в России, периодически проводятся реформы алфавита. В других же, например в Англии, этого длительное время не делается, в результате чего приходится вводить *транскрипции* и использовать различные орфографические ухищрения для компенсации этой неадекватности. Изучение и постоянное использование правил озвучивания текста, записанного с помощью неадекватного алфавита, является дополнительной работой, на выполнение которой безусловно затрачиваются определенные ресурсы, которые могли бы с большей пользой использоваться для других целей. Особенно хорошо это «прочувствовали» разработчики системы распознавания и воспроизведения речи, которые преобразуют фонетическую речь в символьную форму и наоборот, «читают в слух» напечатанные тексты. Уж они то хорошо знают всю сложность этой проблемы, т.к. сами занимались автоматизацией этой дополнительной работы.

Для автоматизированного выделения самих фонем непосредственно из фонограмм языка, выявления минимального полного набора фонем, т.е. для *синтеза фонемного конфигулятора языка*, и на его основе определения набора символов, соответствующих фонемам, автор предлагает применить математические методы, прежде всего корреляционный и кластерный анализ, а также технологии искусственного интеллекта.

Скорее всего этот набор фонем окажется весьма близким к тому, который уже так всем известен. Однако, для пения, например, такой системой возможно будет сформирован другой алфавит, чем для обычной речи. Собственно подобный алфавит давно используется – это ноты. Однако ценность программных систем, поддерживающих функции синтеза фонемного конфигулятора, состоит не только в том, что они позволяют *уточнить* набор фонем даже для уже хорошо изученных языков, но в том, что они обеспечат выявление этого набора для мало изученных языков у которых до сих пор вообще не было письменности.

Таким образом, по мнению автора, в действительности эта проблема гораздо шире. Мы видели, что чаще всего проблема неадекватности алфавита возникает тогда, когда «родного» для некоторого языка алфавита просто не создано и таких случаев очень много. Дело в том, что у многих вообще нет алфавита, а язык вроде бы как и есть, по крайней мере безусловно есть развитая система звуковой коммуникации, которую, возможно с некоторой натяжкой но все же можно назвать языком, иначе говоря может быть поставлена задача разработать алфавит для систем звуковой коммуникации, используемых не людьми, например животными, а также для текстового документирования звуков самой природы (типа шума ветра, дождя, прибоя или шелеста листвы). Поэтому в принципе может быть создан алфавит для китов дельфинов, кошек и собак, соловьев и воробьев и других существ, широко использующих звуковую коммуникацию. Возможно с использованием подобного алфавита можно будет научить дельфинов читать и писать (печатать) то, что обычно они «говорят» друг другу, а в перспективе, возможно, даже переписываться с использованием e-mail и вообще пользоваться Internet.

Представим себе несколько фантастическую на сегодняшний день ситуацию: что исследователи, работающие по программе SETI¹, наконец-то обнаружили некий сигнал, по-видимому искусственного происхождения. Но неожиданно оказалось, что этот сигнал шел к Земле не десятки тысяч лет через космическое пространство, а исходил от сверхслабого источника, находящегося в непосредственной близости от радиотелескопа. В точке, откуда исходил сигнал, никакими современными методами ничего особенного обнаружено не было. Сразу же было создано две группы ученых, одна из которых искала ответа на интригующий вопрос о природе источника сигнала, в то время как другая занялась его расшифровкой. Освещение результатов работы первой группы не входит в задачи данной статьи. Ученые второй группы попытались выявить в этом сигнале повторяющиеся (практически) фрагменты различной длины и оказалось, что из относительно коротких фрагментов таких повторяющихся было всего около 30, а более длинные повторяющиеся фрагменты состоят из этих более коротких, их гораздо больше и повторяются они относительно редко. Сразу же возникла гипотеза о том, что сигнал представляет собой запись речи на некотором, возможно незнакомом языке, и при этом короткие повторяющиеся фрагменты 1-го уровня иерархии соответствуют фонемам, а редко повторяющиеся фрагменты 2-го уровня иерархии аналогичны словам. Поэтому эти повторяющиеся фрагменты 1-го уровня иерархии были поставлены во взаимно-однозначное соответствие простым условным изображениям, которые были разработаны таким образом, чтобы между ними была минимальная корреляция. Таким образом по сути был предложен алфавит, как система символов, соответствующих фонемам, наиболее близкая к полной ортонормированной системе, т.е. к *фонемному конфигурактору* или базисному уровню иерархической лингвистической системы. Соответствующие программы, созданные разработчиками из 2-й группы, обес-

¹ См.: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SETI>

печили преобразование в реальном времени и отображение на мониторе текстового эквивалента принимаемого сигнала. В результате сигнал неизвестного происхождения был записан в виде текста с помощью специально для этого разработанного алфавита. После этого его расшифровкой вплотную занялись лингвисты и специалисты по шифрам. Когда ученые 1-й группы узнали об успехах своих коллег из 2-й группы, то высказали предположение, что если приблизить ноутбук с приемной системой и этим программным обеспечением к точке, откуда исходил сигнал, то возможно это приведет к каким-то новым эффектам, которые могут пролить свет на решение их проблемы. И действительно, когда это было сделано, статистические характеристики принимаемого текста сразу существенным образом изменились. Когда стали сравнивать эти новые статистические закономерности (в частности вероятности) появления символов и их сочетаний по 2, 3 и более в этом тексте, то оказалась, что эти закономерности весьма близки к тем, которые наблюдаются в разговорном английском языке. Более того, это позволило сопоставить условные символы с определенными статистическими свойствами со общеизвестными символами английского алфавита с аналогичными свойствами. Как только это было сделано исследователи обеих групп, столпившиеся вокруг ноутбука, сразу же увидели на мониторе фразу: «Ну слава Богу, наконец-то догадались, А то я уже стал сомневаться, что дождусь этого...»

Создание алфавитов и письменности для языков, которые ранее ими не обладали, открывает новые возможности изучения их орфографии и грамматики лингвистами.

Однако в задачи данной статьи не входит более подробное рассмотрение вопросов синтеза фонемного конфигулятора. Вместе с тем выявлением минимального полного набора фонем проблема неадекватности алфавита не исчерпывается. Дело в том, что до сих пор мы понимали адекватность алфавита некоторому языку в смысле соответствия набора сим-

волов набору фонем в этом языке, но пока ничего не сказали о визуальной форме самих этих символов (букв) и о том, на сколько эта визуальная форма подходит (т.е. адекватна) для:

1. Визуального восприятия символов, т.е. их распознавания, идентификации или различения друг от друга.

2. Воспроизведения символов на носителе вручную или с помощью технических средств, типа пишущих машинок и компьютеров с мониторами и принтерами.

Первый из этих аспектов адекватности алфавита и рассмотрим более подробно в данной статье.

Наверное все были в кабинете окулиста и пытались читать то левым, то правым глазом нижние строчки таблицы для проверки качества зрения. По-видимому, если бы сами символы не были так похожи друг на друга, то при всех прочих равных условиях мы смогли бы читать более мелкие строчки.

В статье [3] на примере цифр было показано, что *различные элементы* символов играют различную роль для их идентификации и одни элементы с этой точки зрения являются более ценными, чем другие. Вопрос о природе этих элементов заслуживает отдельного обстоятельного изучения. Здесь же отметим лишь, что в простейшем случае это, по-видимому, пиксели, возможно с их цветом, а более сложных случаях это могут быть более или менее сложные наиболее часто повторяющиеся в различных изображениях, так сказать « типовые системы пикселей », из различных сочетаний которых наиболее эффективно могут быть составлены изучаемые изображения.

В той же работе [3] была сформулирована и задача разработки такого набора символов алфавита, который был бы наиболее подходящим для восприятия, т.е. требовал бы для идентификации минимальной работы и, соответственно, минимального времени. По-видимому, этот набор симво-

лов лучше воспринимался бы и в усложненных, экстремальных ситуациях, например в условиях помех, шума, на большом расстоянии, при плохом освещении, при высокой ответственности и напряженности, при жестких ограничениях на длительность процесса восприятия и идентификации и т.п.

Но допустим, что алфавит уже разработан и возникает вопрос об оценке его эффективности. Вот тут бы и пригодились бы предлагаемые выше технологии. По-видимому, может быть проведена и инженерно-психологическая оценка различаемости символов, причем она наверное давала бы различные результаты в различных социальных и этнических группах. Но возможно и чисто математическое решение этой задачи, в частности с применением системно-когнитивного анализа, системной теории информации и реализующей их системы «Эйдос». Рассмотрим упрощенно этот подход.

В системе «Эйдос» есть режим _158 «Системно-когнитивный анализ стандартных графических шрифтов» (рисунок 1):

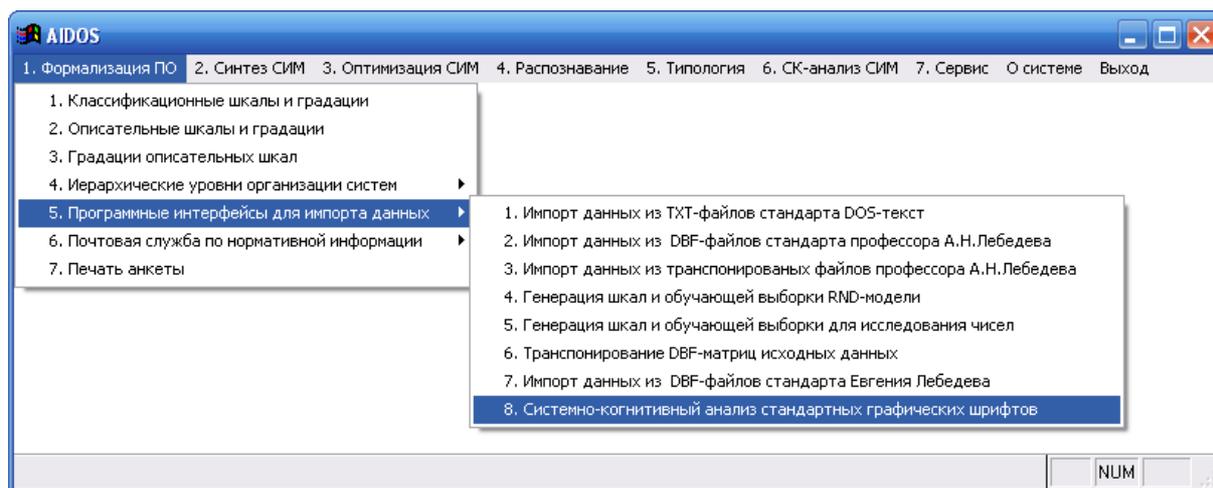


Рисунок 1. Экранная форма системы «Эйдос» с меню вызова режима: _158 «Системно-когнитивный анализ стандартных графических шрифтов»

Ниже приведена структура меню режима _158.

1. Режим анализа символов и формализации предметной области.

1. Посмотрите и выберите графический шрифт, задав его номер.

2. Задайте набор анализируемых символов:
 1. Заданный диапазон символов
 2. Только цифры
 3. Только заглавные латинские буквы
 4. Только заглавные русские буквы
 3. Записать символы в виде отдельных РСХ-файлов
 4. Подготовить БД формализации ПО для базовой системы "Эйдос"
2. В системе "ЭЙДОС"
1. Выполнить переиндексацию всех БД (_72)
 2. Выполнить синтез и верификацию модели (_25)
 3. Сравнить изображения символов и построить матрицу сходства (_5124)
3. Построить и записать изображения символов с отображением информативности пикселей с помощью цветового зонирования, подготовить матрицы Excel.
4. Построить семантическую сеть сходства символов (предварительно выполнив режим _5124).

Система «Эйдос» содержит 35 встроенных растровых графических шрифтов, любой из которых можно исследовать (загрузка в режим внешних изображений со сканера, цифровых фотокамер и полученных другим путем в настоящее время не реализован, хотя для этого нет никаких принципиальных ограничений). Для этого в подрежиме 1.1 режима _158 предварительно нужно просмотреть все эти шрифты и выбрать один из них для исследования. Затем в подрежиме 1.2 необходимо задать один из 4-х вариантов набора анализируемых символов.

В 1-м примере, который мы рассмотрим в данной статье, зададим исследование различимости цифр от 0 до 9, т.к. это можно рассматривать как продолжение исследования, начатого в работе [3]. При этом графические изображения цифр выбранного шрифта записываются в форме графиче-

ских файлов, а затем эти файлы «обрезаются» (выполняется операция: trimming) анализируются и в результате формируются все базы данных формализации предметной области для базовой системы "Эйдос": классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающая выборка.

После этого в системе "ЭЙДОС" выполняется переиндексацию всех БД (_72), синтез и верификация модели (_25), сравнение изображений символов и построение матрицы сходства (_5124). В таблицах 1, 2 и 3 приведены фрагменты матрицы абсолютных частот, матрицы знаний и матрицы сходства классов (т.е. изображения цифр), полученные в результате работы этих режимов.

Таблица 1 – МАТРИЦА АБСОЛЮТНЫХ ЧАСТОТ (ФРАГМЕНТ)

KOD	NAME	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
68	Pixel(1,26)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	Pixel(1,27)	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
70	Pixel(1,28)	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
71	Pixel(1,29)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
72	Pixel(1,30)	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
73	Pixel(1,31)	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
74	Pixel(1,32)	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
75	Pixel(1,33)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
76	Pixel(1,34)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
77	Pixel(1,35)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
78	Pixel(1,36)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
79	Pixel(1,37)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
80	Pixel(1,38)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
81	Pixel(1,39)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
82	Pixel(1,40)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	Pixel(2,0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	Pixel(2,1)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
85	Pixel(2,2)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
86	Pixel(2,3)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
87	Pixel(2,4)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
88	Pixel(2,5)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
89	Pixel(2,6)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
90	Pixel(2,7)	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
91	Pixel(2,8)	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
92	Pixel(2,9)	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
93	Pixel(2,10)	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
94	Pixel(2,11)	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
95	Pixel(2,12)	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
96	Pixel(2,13)	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
97	Pixel(2,14)	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
98	Pixel(2,15)	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1

Таблица 2 – МАТРИЦА ЗНАНИЙ (сантитабы: бит/100, ФРАГМЕНТ)

KOD	NAME	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
68	Pixel(1,26)	86									
69	Pixel(1,27)	31				39		34		26	
70	Pixel(1,28)					50		45		38	
71	Pixel(1,29)					66				54	
72	Pixel(1,30)				39	39	35			26	
73	Pixel(1,31)				39		35			26	31
74	Pixel(1,32)				39		35			26	31
75	Pixel(1,33)			48	50					38	
76	Pixel(1,34)			65	66						
77	Pixel(1,35)			92							
78	Pixel(1,36)			92							
79	Pixel(1,37)			92							
80	Pixel(1,38)			92							
81	Pixel(1,39)			92							
82	Pixel(1,40)										
83	Pixel(2,0)										
84	Pixel(2,1)						63		75		
85	Pixel(2,2)						63		75		
86	Pixel(2,3)						63		75		
87	Pixel(2,4)						63		75		
88	Pixel(2,5)						63		75		
89	Pixel(2,6)						91				
90	Pixel(2,7)			37	39		35			26	
91	Pixel(2,8)		38	21	23		19			10	14
92	Pixel(2,9)		45	28	30					17	22
93	Pixel(2,10)	22	45				26			17	22
94	Pixel(2,11)	15	38				19	17		10	14
95	Pixel(2,12)	15	38				19	17		10	14
96	Pixel(2,13)	31					35	34		26	
97	Pixel(2,14)	31					35	34			31
98	Pixel(2,15)	31					35	34			31

Таблица 3 – МАТРИЦА СХОДСТВА КЛАССОВ

Цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,000	-13,403	-11,043	-7,634	-5,025	-0,464	36,772	-18,487	-0,320	29,731
1	-13,403	100,000	-9,950	-13,652	0,277	-12,642	-12,482	10,407	-17,775	-16,714
2	-11,043	-9,950	100,000	5,645	-3,390	-16,548	-17,358	-2,232	-5,356	-5,778
3	-7,634	-13,652	5,645	100,000	-14,565	7,084	-3,161	-6,121	12,057	4,406
4	-5,025	0,277	-3,390	-14,565	100,000	-9,710	-4,747	-5,099	-8,749	-19,352
5	-0,464	-12,642	-16,548	7,084	-9,710	100,000	29,480	-1,250	2,035	4,694
6	36,772	-12,482	-17,358	-3,161	-4,747	29,480	100,000	-22,332	5,326	8,806
7	-18,487	10,407	-2,232	-6,121	-5,099	-1,250	-22,332	100,000	-12,362	-17,989
8	-0,320	-17,775	-5,356	12,057	-8,749	2,035	5,326	-12,362	100,000	11,295
9	29,731	-16,714	-5,778	4,406	-19,352	4,694	8,806	-17,989	11,295	100,000

Для расчета матрицы знаний используется математическая модель (системная теория информации), описанная в монографии [1] и ряде других работ.

Верификация созданных моделей показала их 100% адекватность.

Далее опять в режиме _158 строятся и записываются изображения символов с отображением информативности пикселей с помощью цветового зонирования и подготавливаются матрицы Excel для из отображения, а также строится семантическая сеть сходства символов (рисунки 2 и 3):

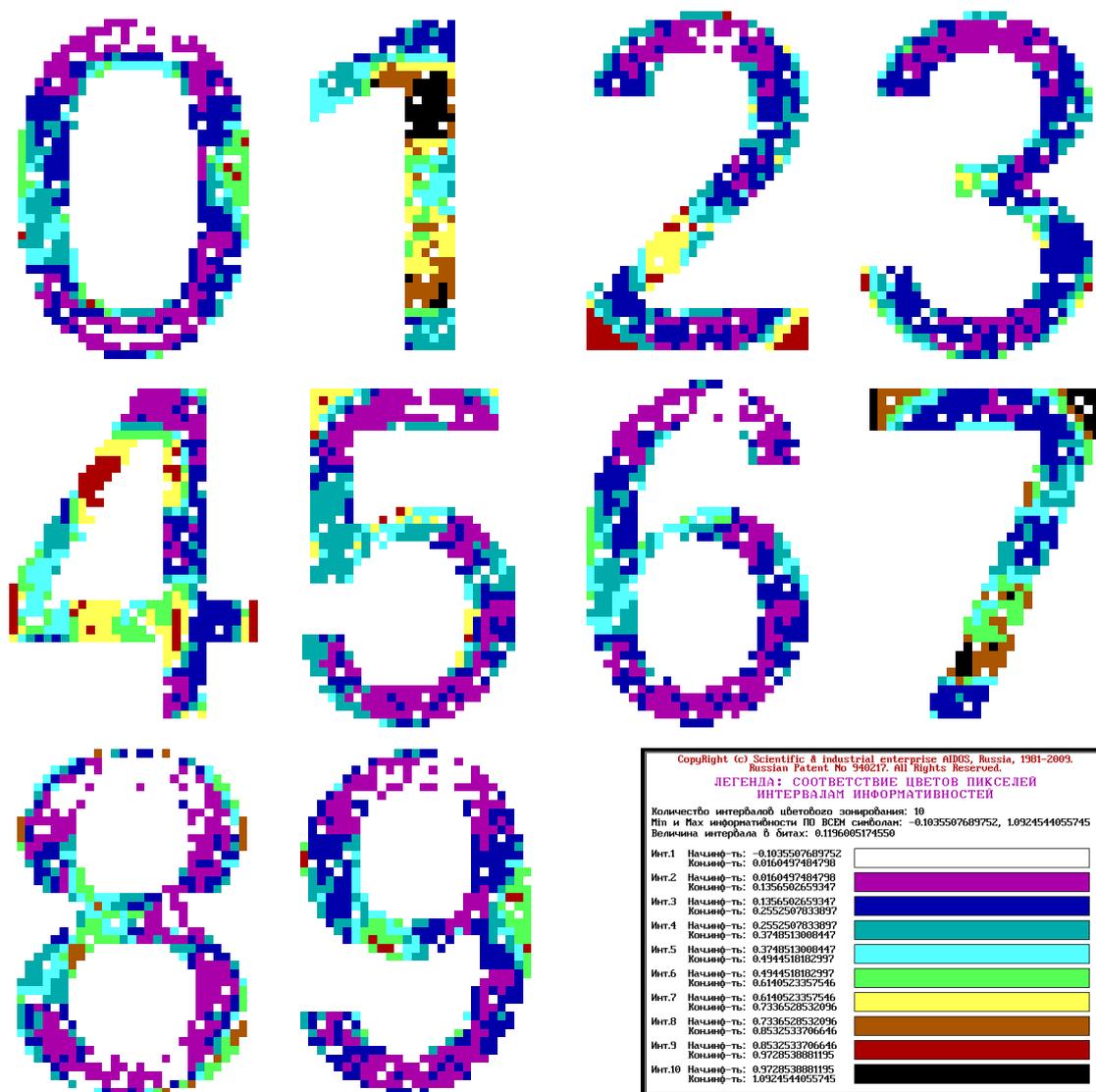


Рисунок 2. Цифры от 0 до 9 с цветовым зонированием пикселей в соответствии с количеством информации, содержащемся в факте обнаружения пикселя о том, что предъявлена данная цифра

Из рисунка 2 наглядно видно, что только цифры 1, 2, 4 и 7 содержат высокоинформативные пиксели, отображаемые теплыми цветами и черным, а остальные цифры содержат только малоинформативные пиксели.

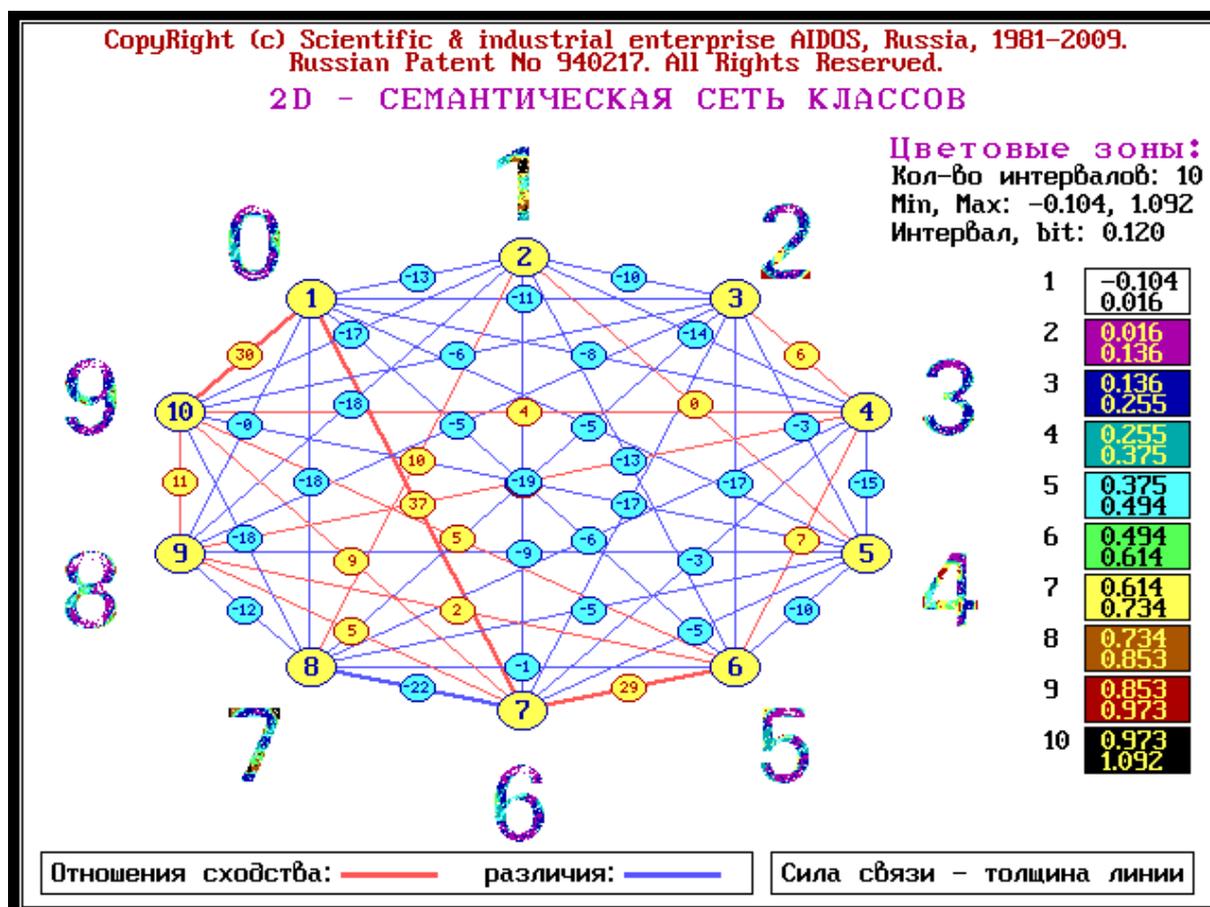


Рисунок 3. Результаты кластерно-конструктивного анализа изображений цифр

Из рисунка 3 видно, что изображения цифр 9, 0, 6 и 5 похожи друг на друга, что вполне соответствует интуитивным представлениям. Сходство изображений символов обуславливается очевидно тем, что они имеют много общих пикселей. Особенно наглядно это видно при сравнении небольшого количества символов, например двух (рисунок 4):

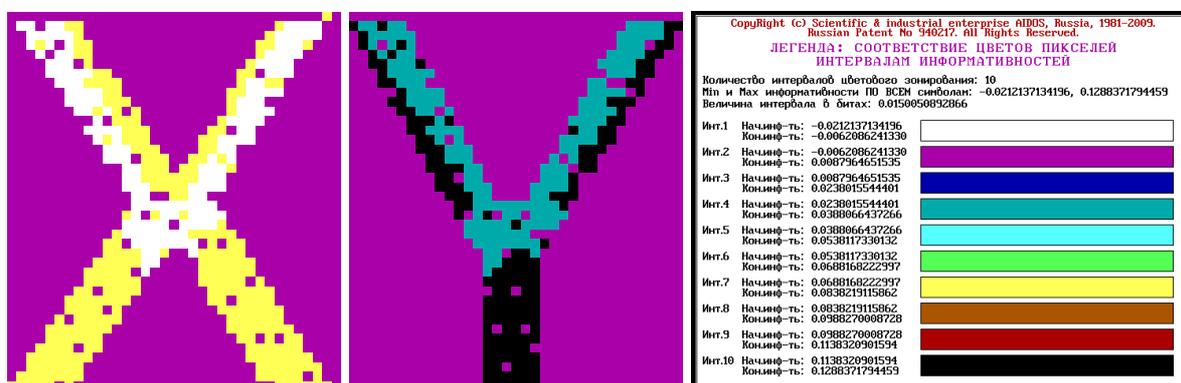


Рисунок 4. Сравнения изображений символов “X”, “Y”

Видно, что совпадающие пиксели имеют минимальную информативность, а уникальные – максимальную. На рисунках 5 и 8 приведены результаты аналогичных исследований заглавных букв русского и латинского алфавитов.



Рисунок 5. Заглавные символы латинского алфавита с цветовым зонированием пикселей в соответствии с количеством информации, содержащейся в факте обнаружения пикселя о том, что предъявлена данный символ

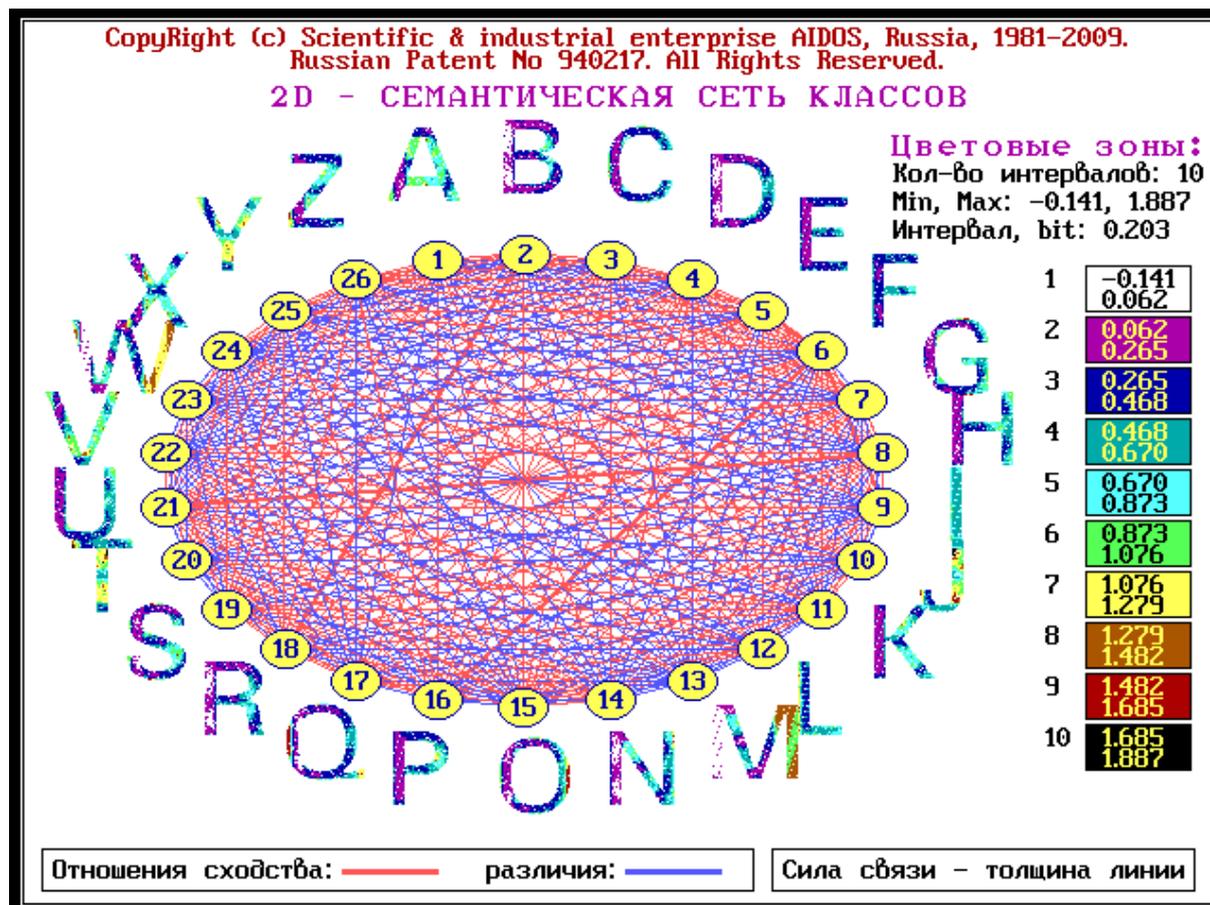


Рисунок 6. Результаты кластерно-конструктивного анализа изображений заглавных символов латинского алфавита

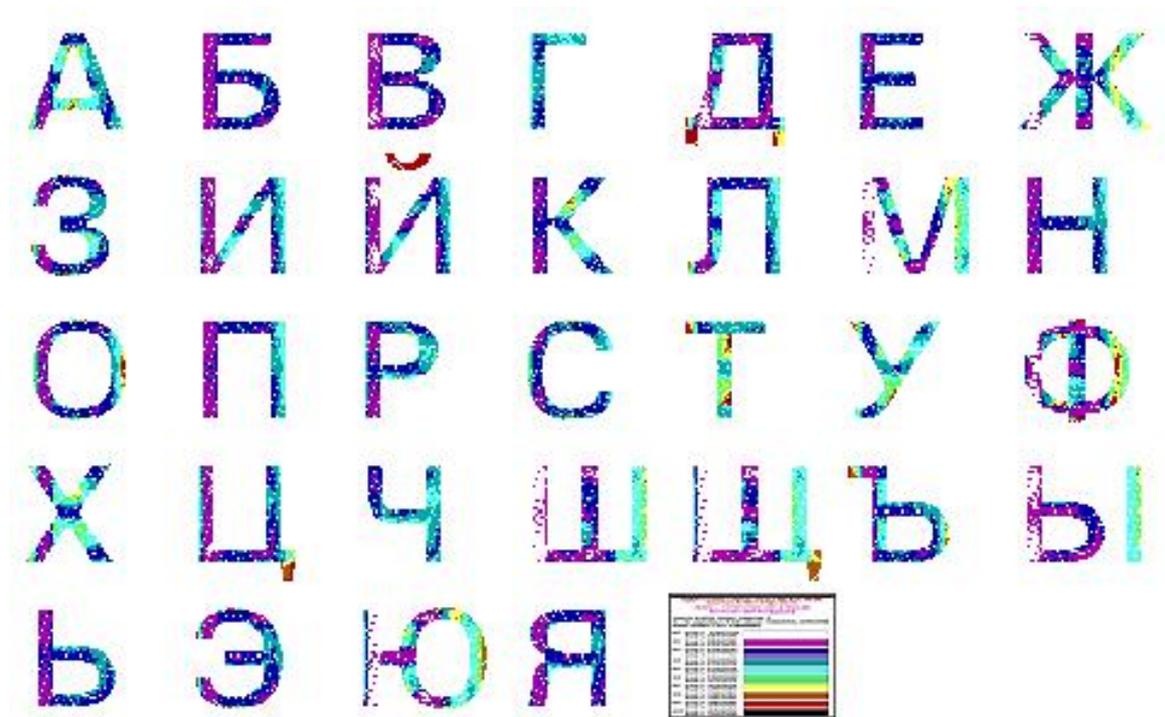


Рисунок 7. Заглавные символы русского алфавита с цветовым зонированием пикселей в соответствии с количеством информации, содержащейся в факте обнаружения пикселя о том, что предъявлена данный символ

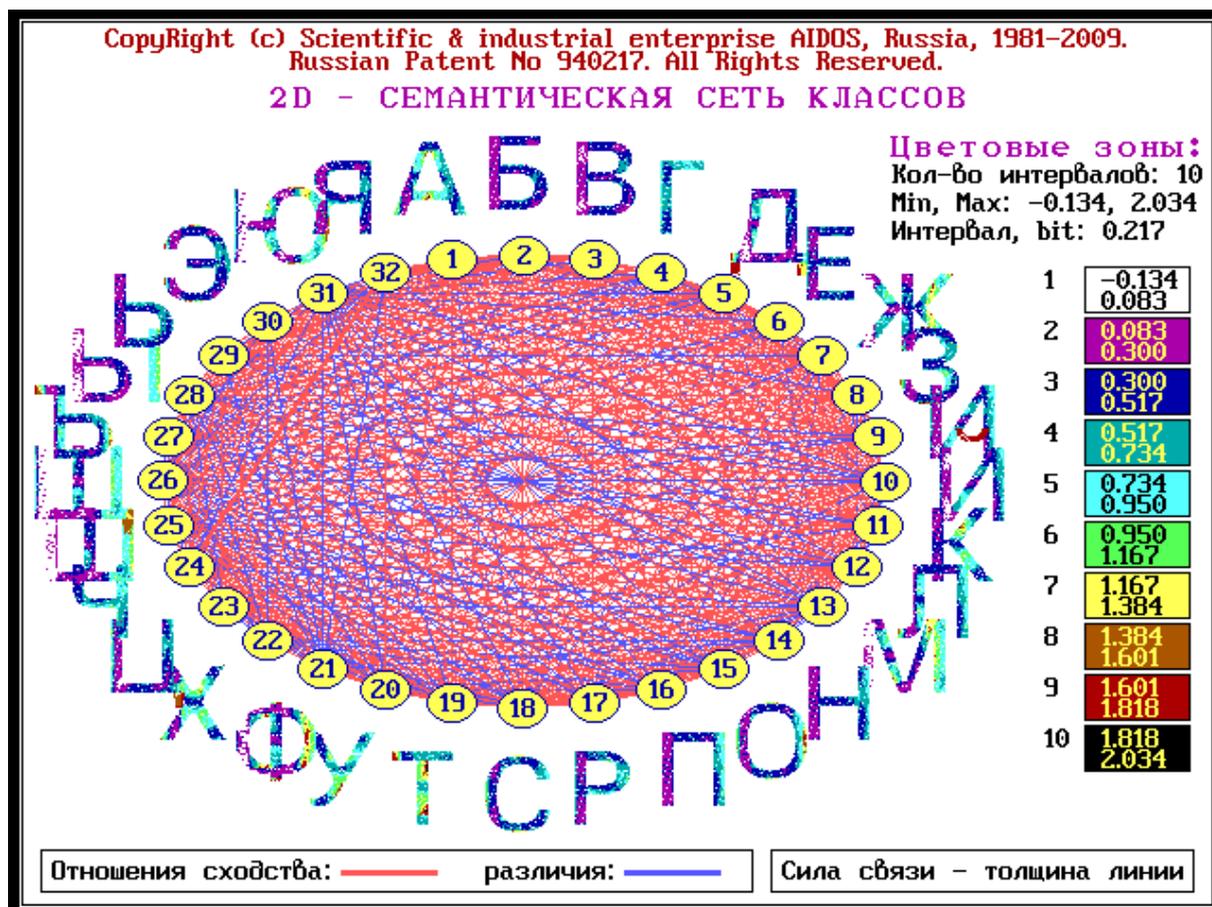


Рисунок 8. Результаты кластерно-конструктивного анализа изображений заглавных символов русского алфавита

Рассмотрим *количественные меры качества системы изображений символов* различных алфавитов на приведенных выше примерах. Будем считать, что *система изображений символов разработана тем качественнее, чем выше доля высокоинформативных пикселей в этих изображениях* и чем лучше они идентифицируются, т.е. чем больше отличаются друг от друга.

Упрощенно можно сказать, что чем более уникальными являются пиксели для некоторых символов, тем больше они несут информации об этих символах, и наоборот, чем в большем количестве символов встречаются некоторые пиксели, тем менее они информативны для идентификации этих символов.

Поэтому в качестве 1-го варианта количественной меры качества i -го символа можно предложить выражение (1):

$$K_i = \frac{\sum_{j=v}^W N_{ij}}{\sum_{j=1}^W N_{ij}}, \quad (1)$$

где индекс i соответствует символу, а j – диапазону информативностей, кодированному цветом пикселей. В нашем случае количество диапазонов $W=10$, а высокоинформативными считаются пиксели начиная с диапазона $v=7$ и выше.

Будем считать, что качество системы символов (алфавита) рассчитывается аналогично, но по всей системе из M символов (2):

$$K = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=v}^W N_{ij}}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^W N_{ij}}, \quad (2)$$

Однако пиксели имеют разный вес, т.к. содержат различное количество информации о символах, поэтому более логичнее было бы не просто подсчитывать долю высокоинформативных пикселей от общего их количества, как в выражениях (1) и (2), а учитывать содержащееся в них количество информации. Это значит, что выражения (1) (2) можно усовершенствовать подсчитав *долю информации*, содержащейся в высокоинформативных пикселях для каждого из символов и в целом для всей системы символов. Поэтому реальный подход, используемый в системно-когнитивном

анализе изображений символов и реализующей его математическую модель и методику численных расчетов системе «Эйдос» [1-3] принципиально отличается от упрощенного тем, что для каждого пикселя (или составного элемента изображения) и для каждого символа рассчитывается *количество информации*, которое мы получаем о том, что предъявлен данный символ из того факта, что обнаружен этот пиксель (или составной элемент изображения), отличающийся от фона: (3), (4):

$$\Psi_i = \frac{\sum_{j=v}^w (I_{ij} \cdot N_{ij})}{\sum_{j=1}^w (I_{ij} \cdot N_{ij})}, \quad (3)$$

$$\Psi = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=v}^w (I_{ij} \cdot N_{ij})}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^w (I_{ij} \cdot N_{ij})}, \quad (4)$$

В реальном подходе количество информации в пикселе о символе может быть различным для различных символов даже в том случае, если этот пиксель встречается у *всех* символов, т.к. они состоят из различного количества пикселей. Теоретически самой удачной системой изображений символов является такая, в которой у изображений символов вообще нет общих пикселей, а самой неудачной – в которой изображения всех символов тождественны друг другу.

Проведем теперь количественные (численные) оценки в соответствии с предложенными критериями качества для различных символов и различных алфавитов на основе примеров, рассмотренных выше. Для этого обратимся к таблице 4. В верхней части данной таблицы приведена информация о количестве пикселей в каждом символе и во всей системе символов в целом, причем пиксели распределены по определенным диапазонам информативностей, обозначенных цветами. В нижней части этой таблицы приведено, какое суммарное количество информации содержится в пикселях и изображении каждого символа и всего во всей системе изображений символов, а также какая доля от этого количества информации содержится в высокоинформативных пикселях, отображаемых теплыми цветами и черным.

Таблица 4 – РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИКСЕЛЕЙ ПО ЦВЕТАМ (ИНФОРМАТИВНОСТЯМ) В СИМВОЛАХ ЦИФР И В СИСТЕМЕ В ЦЕЛОМ

CHAR	WHITE	DARK_MAGEN	DARK_BLUE	DARK_CYAN	LIGHT_CYAN	LIGHT_GREEN	YELLOW	BROWN	DARK_RED	BLACK	Сумма	Только высокоинформативных пикселей	Качество символов и системы символов
Количество пикселей													
0	744	129	150	72	48	41	0	0	5	0	1189	5	0,42
1	920	0	27	43	45	24	44	47	0	39	1189	130	10,93
2	784	89	131	87	30	0	35	0	33	0	1189	68	5,72
3	794	96	179	61	29	18	9	0	3	0	1189	12	1,01
4	795	53	85	41	50	56	68	0	41	0	1189	109	9,17
5	767	157	70	130	34	0	26	0	5	0	1189	31	2,61
6	772	147	141	73	43	13	0	0	0	0	1189	0	0,00
7	869	8	111	41	49	40	0	43	0	28	1189	71	5,97
8	740	179	84	71	54	39	0	22	0	0	1189	22	1,85
9	737	148	174	51	32	39	0	0	8	0	1189	8	0,67
Summa	7922	1006	1152	670	414	270	182	112	95	67	11890	456	3,84
Min_inf	-0,104	0,016	0,136	0,255	0,375	0,494	0,614	0,734	0,853	0,973			
Max_inf	0,016	0,136	0,255	0,375	0,494	0,614	0,734	0,853	0,973	1,092			
Avr_inf	-0,044	0,076	0,195	0,315	0,435	0,554	0,674	0,793	0,913	1,033			
Количество информации													
0	-33	10	29	23	21	23	0	0	5	0	77	5	5,90
1	-40	0	5	14	20	13	30	37	0	40	119	107	90,36
2	-34	7	26	27	13	0	24	0	30	0	92	54	58,25
3	-35	7	35	19	13	10	6	0	3	0	58	9	15,14
4	-35	4	17	13	22	31	46	0	37	0	135	83	61,76
5	-34	12	14	41	15	0	18	0	5	0	70	22	31,62
6	-34	11	28	23	19	7	0	0	0	0	54	0	0,00
7	-38	1	22	13	21	22	0	34	0	29	104	63	60,78
8	-32	14	16	22	23	22	0	17	0	0	83	17	21,15
9	-32	11	34	16	14	22	0	0	7	0	72	7	10,16
Summa	-346,59	76,31	225,16	211,08	179,95	149,65	122,64	88,87	86,74	69,19	863	367	42,58

Из итога верхней части таблицы видно, что в изображениях цифр содержится лишь 3.84% высокоинформативных пикселей, но из итога по нижней части таблицы следует, что в этих пикселях содержится 42,58% информации, от всего количества информации в системе изображений символов. Возникают вопросы о том, много это или мало, хорошо или не очень и т.п. Чтобы ответить на подобные вопросы рассмотрим таблицы 5 и 6, содержащих аналогичную информацию по русскому и латинскому алфавитам. Отметим, что эти таблицы формируются автоматически режимом _158 системы «Эйдос».

Таблица 5 – РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИКСЕЛЕЙ ПО ЦВЕТАМ (ИНФОРМАТИВНОСТЯМ) В СИМВОЛАХ РУССКОГО АЛФАВИТА

CHAR	WHITE	DARK_MAGEN	DARK_BLUE	DARK_CYAN	LIGHT_CYAN	LIGHT_GREE	YELLOW	BROWN	DARK_RED	BLACK	Сумма	Только высоко-информативных пикселей	Качество символов и системы символов
А	2695	52	133	137	106	47	12	9	0	1	3192	22	0,69
Б	2609	231	301	48	3	0	0	0	0	0	3192	0	0,00
В	2597	241	305	47	2	0	0	0	0	0	3192	0	0,00
Г	2899	0	76	143	70	4	0	0	0	0	3192	0	0,00
Д	2549	209	244	64	42	13	26	0	45	0	3192	71	2,22
Е	2725	111	250	100	6	0	0	0	0	0	3192	0	0,00
Ж	2511	134	140	179	110	59	53	0	6	0	3192	59	1,85
З	2685	90	230	120	28	23	2	9	0	5	3192	16	0,50
И	2618	191	126	162	94	1	0	0	0	0	3192	0	0,00
Й	2597	166	158	154	54	2	0	0	61	0	3192	61	1,91
К	2721	111	190	55	61	37	11	5	0	1	3192	17	0,53
Л	2667	63	189	122	124	23	1	3	0	0	3192	4	0,13
М	2588	132	100	83	148	81	51	0	9	0	3192	60	1,88
Н	2671	163	188	124	46	0	0	0	0	0	3192	0	0,00
О	2669	114	209	91	52	24	15	12	6	0	3192	33	1,03
П	2666	169	189	95	63	10	0	0	0	0	3192	0	0,00
Р	2729	110	155	153	39	5	1	0	0	0	3192	1	0,03
С	2744	53	212	130	25	13	13	2	0	0	3192	15	0,47
Т	2858	0	29	134	34	61	34	16	20	6	3192	76	2,38
У	2823	1	86	113	79	65	12	9	4	0	3192	25	0,78
Ф	2521	193	129	108	68	63	66	0	44	0	3192	110	3,45
Х	2718	66	134	67	125	69	10	3	0	0	3192	13	0,41
Ц	2619	162	178	137	41	12	9	20	14	0	3192	43	1,35
Ч	2791	14	125	186	68	8	0	0	0	0	3192	0	0,00
Ш	2594	190	122	53	148	59	24	0	2	0	3192	26	0,81
Щ	2505	182	112	66	208	56	17	46	0	0	3192	63	1,97
Ъ	2660	75	197	123	87	20	12	13	5	0	3192	30	0,94
Ы	2602	224	137	14	143	51	20	0	1	0	3192	21	0,66
Ь	2706	139	230	110	7	0	0	0	0	0	3192	0	0,00
Э	2634	124	285	112	14	7	3	8	5	0	3192	16	0,50
Ю	2529	148	89	94	176	80	37	39	0	0	3192	76	2,38
Я	2616	174	277	100	23	1	1	0	0	0	3192	1	0,03
Summa	85116	4032	5525	3424	2294	894	430	194	222	13	102144	859	0,84
Min_inf	-0,134	0,083	0,300	0,517	0,734	0,950	1,167	1,384	1,601	1,818			
Max_inf	0,083	0,300	0,517	0,734	0,950	1,167	1,384	1,601	1,818	2,034			
Avr_inf	-0,025	0,192	0,408	0,625	0,842	1,059	1,276	1,492	1,709	1,926			
Kol_inf: А	-68	10	54	86	89	50	15	13	0	2	252	31	12,19
Kol_inf: Б	-66	44	123	30	3	0	0	0	0	0	134	0	0,00
Kol_inf: В	-66	46	125	29	2	0	0	0	0	0	136	0	0,00
Kol_inf: Г	-73	0	31	89	59	4	0	0	0	0	110	0	0,00
Kol_inf: Д	-64	40	100	40	35	14	33	0	77	0	275	110	40,10
Kol_inf: Е	-69	21	102	63	5	0	0	0	0	0	122	0	0,00
Kol_inf: Ж	-63	26	57	112	93	62	68	0	10	0	364	78	21,37
Kol_inf: З	-68	17	94	75	24	24	3	13	0	10	192	26	13,34
Kol_inf: И	-66	37	51	101	79	1	0	0	0	0	203	0	0,00
Kol_inf: Й	-66	32	65	96	45	2	0	0	104	0	279	104	37,39
Kol_inf: К	-69	21	78	34	51	39	14	7	0	2	178	23	13,12
Kol_inf: Л	-67	12	77	76	104	24	1	4	0	0	233	6	2,47
Kol_inf: М	-65	25	41	52	125	86	65	0	15	0	343	80	23,42
Kol_inf: Н	-67	31	77	78	39	0	0	0	0	0	157	0	0,00
Kol_inf: О	-67	22	85	57	44	25	19	18	10	0	213	47	22,19
Kol_inf: П	-67	32	77	59	53	11	0	0	0	0	165	0	0,00
Kol_inf: Р	-69	21	63	96	33	5	1	0	0	0	151	1	0,85
Kol_inf: С	-69	10	87	81	21	14	17	3	0	0	163	20	12,00
Kol_inf: Т	-72	0	12	84	29	65	43	24	34	12	230	113	49,20
Kol_inf: У	-71	0	35	71	67	69	15	13	7	0	206	36	17,30
Kol_inf: Ф	-64	37	53	68	57	67	84	0	75	0	377	159	42,29
Kol_inf: Х	-69	13	55	42	105	73	13	4	0	0	236	17	7,30
Kol_inf: Ц	-66	31	73	86	35	13	11	30	24	0	236	65	27,68
Kol_inf: Ч	-70	3	51	116	57	8	0	0	0	0	165	0	0,00
Kol_inf: Ш	-65	36	50	33	125	62	31	0	3	0	275	34	12,38
Kol_inf: Щ	-63	35	46	41	175	59	22	69	0	0	383	90	23,56
Kol_inf: Ъ	-67	14	80	77	73	21	15	19	9	0	242	43	17,86
Kol_inf: Ы	-66	43	56	9	120	54	26	0	2	0	244	27	11,18
Kol_inf: Ь	-68	27	94	69	6	0	0	0	0	0	127	0	0,00
Kol_inf: Э	-67	24	116	70	12	7	4	12	9	0	187	24	12,99
Kol_inf: Ю	-64	28	36	59	148	85	47	58	0	0	398	105	26,49
Kol_inf: Я	-66	33	113	63	19	1	1	0	0	0	165	1	0,77
Kol_inf: Summa	-2149,18	772,37	2256,24	2140,62	1931,53	946,57	548,51	289,53	379,45	25,04	7141	1243	17,40

Таблица 6 – РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИКСЕЛЕЙ ПО ЦВЕТАМ (ИНФОРМАТИВНОСТЯМ) В СИМВОЛАХ ЛАТИНСКОГО АЛФАВИТА

CHAR	WHITE	DARK_MAGEN	DARK_BLUE	DARK_CYAN	LIGHT_CYAN	LIGHT_GREE	YELLOW	BROWN	DARK_RED	BLACK	Сумма	Только высоко-информативных пикселях	Качество символов и системы символов
A	1760	67	99	61	122	130	14	0	2	0	2255	16	0,71
B	1734	225	205	49	33	8	1	0	0	0	2255	1	0,04
C	1807	103	206	74	42	19	3	1	0	0	2255	4	0,18
D	1746	200	189	95	22	3	0	0	0	0	2255	0	0,00
E	1788	154	220	81	11	1	0	0	0	0	2255	0	0,00
F	1880	41	200	112	19	3	0	0	0	0	2255	0	0,00
G	1743	132	163	86	75	45	4	0	7	0	2255	11	0,49
H	1740	154	133	130	68	29	1	0	0	0	2255	1	0,04
I	2040	0	0	148	57	10	0	0	0	0	2255	0	0,00
J	1973	0	21	85	38	50	53	17	11	7	2255	88	3,90
K	1784	151	100	97	94	21	7	1	0	0	2255	8	0,35
L	1962	0	103	93	53	13	26	4	1	0	2255	31	1,37
M	1665	117	73	70	54	107	0	169	0	0	2255	169	7,49
N	1732	131	127	125	110	18	10	0	2	0	2255	12	0,53
O	1752	140	171	72	52	37	8	0	23	0	2255	31	1,37
P	1792	151	162	89	41	10	9	1	0	0	2255	10	0,44
Q	1735	104	225	81	56	6	19	0	29	0	2255	48	2,13
R	1747	172	180	100	53	3	0	0	0	0	2255	0	0,00
S	1750	146	180	67	61	40	6	0	5	0	2255	11	0,49
T	1921	0	47	118	25	40	84	14	0	6	2255	104	4,61
U	1778	132	125	154	46	16	4	0	0	0	2255	4	0,18
V	1868	34	49	78	73	117	22	13	0	1	2255	36	1,60
W	1645	116	113	97	54	22	111	97	0	0	2255	208	9,22
X	1807	60	99	72	136	41	25	12	3	0	2255	40	1,77
Y	1925	0	58	92	44	53	74	9	0	0	2255	83	3,68
Z	1797	65	201	67	80	28	12	2	3	0	2255	17	0,75
Summa	46871	2595	3449	2393	1519	870	493	340	86	14	58630	933	1,59
Min_inf	-0,141	0,062	0,265	0,468	0,670	0,873	1,076	1,279	1,482	1,685			
Max_inf	0,062	0,265	0,468	0,670	0,873	1,076	1,279	1,482	1,685	1,887			
Avr_inf	-0,039	0,163	0,366	0,569	0,772	0,975	1,177	1,380	1,583	1,786			
Kol_inf: A	-69	11	36	35	94	127	16	0	3	0	253	20	7,77
Kol_inf: B	-68	37	75	28	25	8	1	0	0	0	106	1	1,11
Kol_inf: C	-71	17	75	42	32	19	4	1	0	0	119	5	4,13
Kol_inf: D	-69	33	69	54	17	3	0	0	0	0	107	0	0,00
Kol_inf: E	-71	25	81	46	8	1	0	0	0	0	91	0	0,00
Kol_inf: F	-74	7	73	64	15	3	0	0	0	0	87	0	0,00
Kol_inf: G	-69	22	60	49	58	44	5	0	11	0	179	16	8,83
Kol_inf: H	-69	25	49	74	52	28	1	0	0	0	161	1	0,73
Kol_inf: I	-81	0	0	84	44	10	0	0	0	0	57	0	0,00
Kol_inf: J	-78	0	8	48	29	49	62	23	17	13	172	116	67,31
Kol_inf: K	-70	25	37	55	73	20	8	1	0	0	149	10	6,47
Kol_inf: L	-77	0	38	53	41	13	31	6	2	0	104	38	36,10
Kol_inf: M	-66	19	27	40	42	104	0	233	0	0	399	233	58,44
Kol_inf: N	-68	21	47	71	85	18	12	0	3	0	188	15	7,95
Kol_inf: O	-69	23	63	41	40	36	9	0	36	0	179	46	25,56
Kol_inf: P	-71	25	59	51	32	10	11	1	0	0	117	12	10,21
Kol_inf: Q	-68	17	82	46	43	6	22	0	46	0	194	68	35,14
Kol_inf: R	-69	28	66	57	41	3	0	0	0	0	126	0	0,00
Kol_inf: S	-69	24	66	38	47	39	7	0	8	0	160	15	9,37
Kol_inf: T	-76	0	17	67	19	39	99	19	0	11	196	129	65,87
Kol_inf: U	-70	22	46	88	36	16	5	0	0	0	141	5	3,35
Kol_inf: V	-74	6	18	44	56	114	26	18	0	2	210	46	21,71
Kol_inf: W	-65	19	41	55	42	21	131	134	0	0	378	265	69,94
Kol_inf: X	-71	10	36	41	105	40	29	17	5	0	211	51	24,01
Kol_inf: Y	-76	0	21	52	34	52	87	12	0	0	183	100	54,47
Kol_inf: Z	-71	11	74	38	62	27	14	3	5	0	162	22	13,35
Kol_inf: Summa	-1850,00	423,89	1262,95	1361,62	1172,41	847,95	580,50	469,31	136,15	25,00	4430	1211	27,34

Сравнивая значения обобщенного критерия качества алфавита Ψ для русского и латинского алфавитов мы можем сделать обоснованный вывод о том, что латинский алфавит является более читабельным, т.е. латинские буквы легче отличать друг от друга, чем русские.

Теперь приведем список цифр, русских и латинских букв в порядке убывания их читабельности (качества) (таблица 7):

**Таблица 7 – КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ ЦИФР И БУКВ
РУССКОГО И ЛАТИНСКОГО АЛФАВИТОВ**

CHAR	WHITE	DARK_MAGEN	DARK_BLUE	DARK_CYAN	LIGHT_CYAN	LIGHT_GREE	YELLOW	BROWN	DARK_RED	BLACK	Сумма	Только высокоинформативных пикселях	Качество символов
Цифры													
Kol_inf: 1	-40	0	5	14	20	13	30	37	0	40	119	107	90,36
Kol_inf: 4	-35	4	17	13	22	31	46	0	37	0	135	83	61,76
Kol_inf: 7	-38	1	22	13	21	22	0	34	0	29	104	63	60,78
Kol_inf: 2	-34	7	26	27	13	0	24	0	30	0	92	54	58,25
Kol_inf: 5	-34	12	14	41	15	0	18	0	5	0	70	22	31,62
Kol_inf: 8	-32	14	16	22	23	22	0	17	0	0	83	17	21,15
Kol_inf: 3	-35	7	35	19	13	10	6	0	3	0	58	9	15,14
Kol_inf: 9	-32	11	34	16	14	22	0	0	7	0	72	7	10,16
Kol_inf: 0	-33	10	29	23	21	23	0	0	5	0	77	5	5,90
Kol_inf: 6	-34	11	28	23	19	7	0	0	0	0	54	0	0,00
Русский алфавит													
Kol_inf: Т	-72	0	12	84	29	65	43	24	34	12	230	113	49,20
Kol_inf: Ф	-64	37	53	68	57	67	84	0	75	0	377	159	42,29
Kol_inf: Д	-64	40	100	40	35	14	33	0	77	0	275	110	40,10
Kol_inf: И	-66	32	65	96	45	2	0	0	104	0	279	104	37,39
Kol_inf: Ц	-66	31	73	86	35	13	11	30	24	0	236	65	27,68
Kol_inf: Ю	-64	28	36	59	148	85	47	58	0	0	398	105	26,49
Kol_inf: Щ	-63	35	46	41	175	59	22	69	0	0	383	90	23,56
Kol_inf: М	-65	25	41	52	125	86	65	0	15	0	343	80	23,42
Kol_inf: О	-67	22	85	57	44	25	19	18	10	0	213	47	22,19
Kol_inf: Ж	-63	26	57	112	93	62	68	0	10	0	364	78	21,37
Kol_inf: Ъ	-67	14	80	77	73	21	15	19	9	0	242	43	17,86
Kol_inf: У	-71	0	35	71	67	69	15	13	7	0	206	36	17,30
Kol_inf: З	-68	17	94	75	24	24	3	13	0	10	192	26	13,34
Kol_inf: К	-69	21	78	34	51	39	14	7	0	2	178	23	13,12
Kol_inf: Э	-67	24	116	70	12	7	4	12	9	0	187	24	12,99
Kol_inf: Ш	-65	36	50	33	125	62	31	0	3	0	275	34	12,38
Kol_inf: А	-68	10	54	86	89	50	15	13	0	2	252	31	12,19
Kol_inf: С	-69	10	87	81	21	14	17	3	0	0	163	20	12,00
Kol_inf: Ь	-66	43	56	9	120	54	26	0	2	0	244	27	11,18
Kol_inf: Х	-69	13	55	42	105	73	13	4	0	0	236	17	7,30
Kol_inf: Л	-67	12	77	76	104	24	1	4	0	0	233	6	2,47
Kol_inf: Р	-69	21	63	96	33	5	1	0	0	0	151	1	0,85
Kol_inf: Я	-66	33	113	63	19	1	1	0	0	0	165	1	0,77
Kol_inf: Б	-66	44	123	30	3	0	0	0	0	0	134	0	0,00
Kol_inf: В	-66	46	125	29	2	0	0	0	0	0	136	0	0,00
Kol_inf: Г	-73	0	31	89	59	4	0	0	0	0	110	0	0,00
Kol_inf: Е	-69	21	102	63	5	0	0	0	0	0	122	0	0,00
Kol_inf: И	-66	37	51	101	79	1	0	0	0	0	203	0	0,00
Kol_inf: Н	-67	31	77	78	39	0	0	0	0	0	157	0	0,00
Kol_inf: П	-67	32	77	59	53	11	0	0	0	0	165	0	0,00
Kol_inf: Ч	-70	3	51	116	57	8	0	0	0	0	165	0	0,00
Kol_inf: Ъ	-68	27	94	69	6	0	0	0	0	0	127	0	0,00
Латинский алфавит													
Kol_inf: W	-65	19	41	55	42	21	131	134	0	0	378	265	69,94
Kol_inf: J	-78	0	8	48	29	49	62	23	17	13	172	116	67,31
Kol_inf: T	-76	0	17	67	19	39	99	19	0	11	196	129	65,87
Kol_inf: M	-66	19	27	40	42	104	0	233	0	0	399	233	58,44
Kol_inf: Y	-76	0	21	52	34	52	87	12	0	0	183	100	54,47
Kol_inf: L	-77	0	38	53	41	13	31	6	2	0	104	38	36,10
Kol_inf: Q	-68	17	82	46	43	6	22	0	46	0	194	68	35,14
Kol_inf: O	-69	23	63	41	40	36	9	0	36	0	179	46	25,56
Kol_inf: X	-71	10	36	41	105	40	29	17	5	0	211	51	24,01
Kol_inf: V	-74	6	18	44	56	114	26	18	0	2	210	46	21,71
Kol_inf: Z	-71	11	74	38	62	27	14	3	5	0	162	22	13,35
Kol_inf: P	-71	25	59	51	32	10	11	1	0	0	117	12	10,21
Kol_inf: S	-69	24	66	38	47	39	7	0	8	0	160	15	9,37
Kol_inf: G	-69	22	60	49	58	44	5	0	11	0	179	16	8,83
Kol_inf: N	-68	21	47	71	85	18	12	0	3	0	188	15	7,95
Kol_inf: A	-69	11	36	35	94	127	16	0	3	0	253	20	7,77
Kol_inf: K	-70	25	37	55	73	20	8	1	0	0	149	10	6,47
Kol_inf: C	-71	17	75	42	32	19	4	1	0	0	119	5	4,13
Kol_inf: U	-70	22	46	88	36	16	5	0	0	0	141	5	3,35
Kol_inf: B	-68	37	75	28	25	8	1	0	0	0	106	1	1,11
Kol_inf: H	-69	25	49	74	52	28	1	0	0	0	161	1	0,73
Kol_inf: D	-69	33	69	54	17	3	0	0	0	0	107	0	0,00
Kol_inf: E	-71	25	81	46	8	1	0	0	0	0	91	0	0,00
Kol_inf: F	-74	7	73	64	15	3	0	0	0	0	87	0	0,00
Kol_inf: I	-81	0	0	84	44	10	0	0	0	0	57	0	0,00
Kol_inf: R	-69	28	66	57	41	3	0	0	0	0	126	0	0,00

Светло-желтой заливкой выделены наиболее читабельные символы. Символы, у которых критерий качества равен нулю, распознаются читателями за счет только малоинформативных пикселей. Конечно, чем больше символов в алфавите, тем сложнее разработать их качественно и проще всего придумать 2 максимально отличающихся друг от друга символа. Используя предложенный подход можно также сравнивать качество различных шрифтов на одном и том же наборе символов. Кроме требования читабельности, по мнению автора при разработке изображений символов должно быть соблюдено еще одно важное требование: изображения символов не должны переходить сами в себя или в другие символы при повороте на различные углы, смещении и зеркальном отражении, т.е. не должны удовлетворять соответствующим симметриям, т.к. симметрия тоже усложняет или даже делает невозможной их однозначную идентификацию. Отметим, что верификация всех созданных и описанных в данной статье моделей показала их 100% адекватность.

Выводы. На основе вышеизложенного на наш взгляд можно обоснованно предположить, что системно-когнитивный анализ является адекватным средством как для исследования эффективности существующих алфавитов по трем обоснованным критериям, так и для синтеза новых эффективных алфавитов для языков, в т.ч. малоизученных, у которых их еще нет. Материалы данной статьи могут стать основой для нескольких лабораторных работ по дисциплинам: «Интеллектуальные информационные системы», «Представление знаний», «Интеллектуальные информационные технологии», «Системы управления знаниями», «Человеко-машинное взаимодействие» и может *применяться* в вузах, готовящих специалистов по специальностям «Прикладная информатика» и «Информационные системы и технологии».

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.
2. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС". Пат. № 2003610986 РФ. Заяв. № 2003610510 РФ. Оpubл. от 22.04.2003.
3. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ изображений (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(46). – Шифр Информрегистра: 0420900012\0017. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/10.pdf>