

УДК 303.732.4

UDC 303.732.4

**НЕФОРМАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА И
ОБСУЖДЕНИЕ ЗАДАЧ, ВОЗНИКАЮЩИХ
ПРИ СИСТЕМНОМ ОБОБЩЕНИИ ТЕОРИИ
МНОЖЕСТВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОЙ
ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ
(Часть 2-я: задачи 4–9)**

**INFORMAL STATEMENT AND DISCUSSION
OF TASKS, COMING OUT UNDER SYSTEMIC
GENERALIZATION OF SET THEORY ON
THE BASIS OF SYSTEMIC INFORMATION
THEORY
(Part 2: tasks 4-9)**

Луценко Евгений Вениаминович
д. э. н., к. т. н., профессор

Lutsenko Evgeny Veniaminovich
Dr. Sci. Econ., Cand. Tech. Sci., professor

*Кубанский государственный аграрный
Университет, Краснодар, Россия*

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Ранее автором была обоснована идея системного обобщения математики и сделан первый шаг по ее реализации: предложен вариант системной теории информации. В данной статье осуществлена попытка – сделать второй шаг в этом же направлении: на концептуальном уровне рассматривается один из возможных подходов к системному обобщению математического понятия множества, а именно подход, основанный на системной теории информации. Предполагается, что этот подход может стать основой для системного обобщения теории множеств и создания математической теории систем.

The idea of systemic generalization of mathematics was substantiated by the author and the first step on its realization was done: variant of systemic information theory was proposed. There was done an attempt to do the second step in the same way: one of the possible approaches to the systemic generalization of mathematic understanding of set on the conceptual level, namely the approach, based on systemic information theory. It is supposed that this approach can become the basic one for systemic generalization of set theory and creation of mathematic theory of systems.

Ключевые слова: МНОЖЕСТВО, ТОЧКА, ПОДМНОЖЕСТВО, СИСТЕМА, ПОДСИСТЕМА, СПЛАЙН, ИНФОРМАЦИЯ, ИЕРАРХИЯ, СТРУКТУРА, ЭЛЕМЕНТ, ПОЛИНОМ, ВЕЙВЛЕТ, ПРОСТРАНСТВО.

Key words: SET, POINT, SUBSET, SYSTEM, SUBSYSTEM, SPLINE, INFORMATION, HIERARCHY, STRUCTURE, ELEMENT, POLYNOM, WAVELET, SPACE.

Данная статья является продолжением работы [19], в которой была обоснована перспективная программная идея системного обобщения математики и сделан первый шаг по ее реализации: предложен вариант системной теории информации (СТИ) [9], а также работы [26], в которой на неформальном уровне, в т.ч. без разработки соответствующего математического формализма, были сформулированы и обсуждались некоторые задачи, возникающие при системном обобщении теории множеств на основе системной теории информации, а именно: задачи 1–3. В данной статье продолжено обсуждение задач 4–9, поставленных в [26].

Задача 4: предложить способы аналитического описания (задания) подсистем, как элементов системы.

Для решения данной задачи необходимо найти способ представления в виде аналитической функции системы из $(i+1)$ 0-мерных точек, произвольным образом расположенных в i -мерном пространстве. Предлагается представить эту систему точек в виде пространственных аппроксимирующих функций, вейвлетов и/или сплайнов в **многомерном** пространстве.

В геометрии существует один принципиальный вопрос, который, насколько известно, в явной форме не задавался: *"Каким образом получается так, что из точек нулевой размерности, не обладающих никакими свойствами, образуются геометрические объекты, обладающие целым набором геометрических (и даже физических, как в теории гравитации А. Эйнштейна) свойств, таких как размерность, длина, площадь, объем, кривизна, кручение и т.д.?"*

Предлагается следующий ответ на этот вопрос, основанный на программной идее системного обобщения математики: *необходимо ввести понятие геометрической системы и признать, что новые свойства геометрических систем, отсутствующие у элементов, из которых они состоят, являются системными или эмерджентными свойствами, которые образуются за счет взаимосвязей между элементами этих систем. Фактически все исследуемые в геометрии объекты, называемые по-разному: "геометрическим местом точек", "многообразием" и т.д., в действительности являются геометрическими системами.*

По мере усложнения кривых у них, соответственно, повышается уровень системности и появляются все новые и новые системные (эмерджентные) свойства: если прямая линия обладает только одним новым свойством: размерностью, которого не было у составляющих ее точек 0-вой размерности, то **плоская кривая**, т.е. кривая, полностью лежащая в плоскости, кроме того, обладает и кривизной, а **пространственные кривые** обладают еще и кручением.

Аналитически подобные кривые описываются и исследуются в дифференциальной геометрии и топологии с помощью векторного и тензорного анализа. Это описание может быть довольно сложным, поэтому в данной работе предлагается использовать параметрическое задание пространственных кривых через их **проекции** на координатные плоскости многомерного пространства. При обсуждении данной задачи для простоты будем предполагать, что это ортонормированное пространство с евклидовой метрикой. В общем случае если кривая однозначно задается системой из $(i+1)$ 0-мерных точек, произвольным образом расположенных в i -мерном пространстве, для ее однозначного представления требуется i взаимно-ортогональных (координатных) плоскостей, на которые она проектируется. Сами же эти плоские проекции пространственной кривой можно аппроксимировать различными функциями, но мы предлагаем использовать для этого **степенные полиномы различных степеней**.

Для нас именно этот вариант аппроксимирующих функций наиболее удобен и интересен, т.к. известно, что *полином i -й степени однозначно определяется $(i+1)$ точками на плоскости и гарантировано проходит через них, т.е. не только однозначно определяется ими, но и сам однозначно определяет их.*

В частности:

– полином 1-й степени однозначно определяется 2-мя точками 0-й размерности, *гарантировано проходит через них* и однозначно определяет аналитически точку пространства 1-й размерности, т.е. прямой линии;

– полином 2-й степени однозначно определяется 3-мя точками 0-й размерности, *гарантировано проходит через них* и однозначно определяет аналитически точку пространства 2-й размерности, т.е. плоскости;

– полином 3-й степени однозначно определяется 4-мя точками 0-й размерности, *гарантировано проходит через них* и однозначно определяет аналитически точку пространства 3-й размерности, т.е. трехмерного пространства;

.....

– полином i -й степени однозначно определяется $(i+1)$ -мя точками 0-й размерности, *гарантировано проходит через них* и однозначно определяет аналитически точку пространства i -й размерности.

Это и означает, что *аппроксимация проекций пространственных кривых, задаваемых системой точек в многомерном пространстве степенными полиномами, является взаимно-однозначным (т.е. полностью адекватным) способом аналитического представления этой системы точек*. Таким образом, *системе из $(i+1)$ 0-мерных точек в i -мерном пространстве аналитически соответствует система из i степенных полиномов i -й степени*. Это утверждение и предлагается считать одним из вариантов решения задачи 4.

Приведем простой и наглядный **пример**, иллюстрирующий сформулированные выше положения. В качестве систем 0-мерных точек рассмотрим обобщенные образы классов, полученные путем обобщения конкретных образов железнодорожных составов, идущих на запад и на восток (рисунок 1). Этот пример приведен в учебном пособии [10] в качестве лабораторной работы №1, описание этой работы находится в свободном общем доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos04/LR-01/lr-01.htm>), поэтому здесь подробно на нем останавливаться не будем.

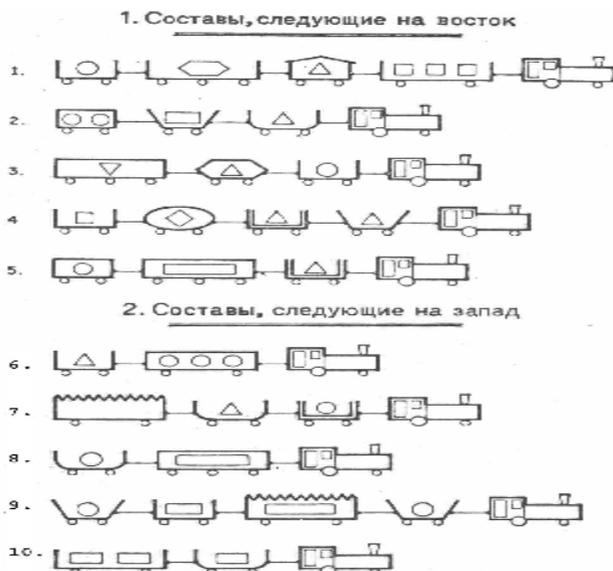


Рисунок 1 – Примеры поездов, идущих на запад и на восток

Классификационные шкалы и градации:

1. Состав следует на восток.
2. Состав следует на запад.

Используя технологию и методику применения системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [9, 10], построим семантическую информационную модель (СИМ), позволяющую определить направление движения состава по его признакам. Формализация предметной области включает разработку классификационных и описательных шкал и градаций (таблица 1) и обучающей выборки (таблица 2).

Таблица 1 – ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ И ГРАДАЦИИ

Наименование описательной шкалы	Градация описательной шкалы		Кол-во
	Наименование	Код	
Количество вагонов в составе:	2	1	3
	3	2	4
	4	3	3
Форма вагона:	V-образная.	4	3
	Прямоугольная	5	10
	Ромбовидная	6	1
	U-образная.	7	4
	Эллипсоидная.	8	1
Длина вагона:	Короткий.	9	10
	Длинный	10	8
Количество осей вагона:	2	11	9
	3	12	4
Вид стенок вагона:	Одинарные	13	10
	Двойные	14	3
Вид крыши вагона:	Отсутствует	15	10
	Гофрированная	16	2
	Двухскатная	17	1
	Прямая (эллипсоидная)	18	6
Груз (количество и вид):	1 большой круг.	19	7
	2 маленьких круга	20	1
	3 маленьких круга	21	1
	1 квадрат	22	1
	3 квадрата.	23	1
	1 короткий прямоугольник.	24	3
	2 коротких прямоугольника	25	1
	1 длинный прямоугольник	26	3
	1 треугольник	27	7
	1 перевернутый треугольник.	28	1
	1 ромб.	29	2
	1 шестиугольник	30	1
	Груза нет	31	1

Таблица 2 – ОБУЧАЮЩАЯ ВЫБОРКА

№	Наименование состава	Коды класса	Коды признаков											
			3	5	5	5	5	9	9	10	10	11	11	
1	Состав-1	1	11	12	13	13	13	13	15	15	15	17	19	
			29	27	23									
			2	5	4	7	9	9	9	2	2	2	13	
2	Состав-2	1	13	13	15	15	18	20	24	27				
			2	5	6	5	10	9	9	12	11	11	13	
3	Состав-3	1	13	13	18	18	15	28	27	19				
			3	5	8	5	4	9	9	9	9	13	13	
4	Состав-4	1	13	14	15	15	15	18	22	29	27	27	11	
			11	11	11									
			2	5	5	5	9	9	10	11	11	12	13	
5	Состав-5	1	13	14	18	18	15	19	26	27				
			1	5	5	9	10	11	11	13	13	15	18	
6	Состав-6	2	27	21										
			2	5	5	7	10	9	9	11	11	11	13	
7	Состав-7	2	13	14	16	15	15	31	27	19				
			1	7	5	9	10	11	12	19	26	15	18	
8	Состав-8	2	13	13										
			3	4	4	5	5	9	9	9	10	11	11	
9	Состав-9	2	11	11	13	13	13	13	15	15	15	16	19	
			24	26	19									
			1	5	7	9	10	11	11	13	13	15	15	
10	Состав-10	2	25	24										

После ввода классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей выборки в универсальную когнитивную аналитическую систему "Эйдос" (являющуюся инструментарием АСК-анализа), в результате синтеза СИМ была получена следующая матрица абсолютных частот (таблица 3).

Таблица 3 – МАТРИЦА АБСОЛЮТНЫХ ЧАСТОТ

Наименование описательной шкалы	Градация описательной шкалы		Наименования и коды классов (градаций классификационных шкал)		Кол-во
	Наименование	Код	Состав следует на восток	Состав следует на запад	
Количество вагонов в составе:	2	1	0	3	3
	3	2	3	1	4
	4	3	2	1	3
Форма вагона:	V-образная.	4	2	1	3
	Прямоугольная	5	5	5	10
	Ромбовидная	6	1	0	1
	U-образная.	7	1	3	4
	Эллипсоидная.	8	1	0	1
Длина вагона:	Короткий.	9	5	5	10
	Длинный	10	3	5	8
Количество осей вагона:	2	11	4	5	9
	3	12	3	1	4
Вид стенок вагона:	Одинарные	13	5	5	10
	Двойные	14	2	1	3
Вид крыши вагона:	Отсутствует	15	5	5	10
	Гофрированная	16	0	2	2
	Двухскатная	17	1	0	1
	Прямая (эллипсоидная)	18	4	2	6
	Груз (количество и вид):	1 большой круг.	19	3	4
2 маленьких круга	20	1	0	1	
3 маленьких круга	21	0	1	1	
1 квадрат	22	1	0	1	
3 квадрата.	23	1	0	1	
1 короткий прямоугольник.	24	1	2	3	
2 коротких прямоугольника	25	0	1	1	
1 длинный прямоугольник	26	1	2	3	
1 треугольник	27	5	2	7	

	1 перевернутый треугольник.	28	1	0	1
	1 ромб.	29	2	0	2
	1 шестиугольник	30	0	0	0
	Груза нет	31	0	1	1

Напомним, что мы предлагаем рассматривать описательные шкалы как оси координат в многомерном неортонормированном пространстве, а градации описательных шкал – как интервальные значения, т.е. координаты на этих осях (признаки). Для того чтобы построить в многомерном пространстве кривую, соответствующую некоторому заданному классу, в качестве значений по каждой координате будем рассматривать суммарное количество встреч данного признака у объектов этого класса.

Используя графическую систему SigmaPlot for Windows Version 10.0 фирмы Systat Software Inc., построим трехмерные образы исследуемых нами классов, выбрав три описательные шкалы, отмеченные светло-зеленым цветом, и предполагая, что пространство является ортонормированным. Последнее предположение в общем случае не выполняется (как и нашем примере), но этим обстоятельством на данном этапе мы вынуждены пренебречь, т.к. нам неизвестны системы, позволяющие строить по координатам точек в криволинейных или косоугольных координатах многомерные объекты и проектировать их в евклидово трехмерное или двумерное пространство.

Для построения графиков в системе SigmaPlot выполним подготовку исходных данных, выполнив следующие операции:

1. Выберем 3 описательные шкалы: форма вагона; вид крыши вагона и груз (количество и вид), в каждой из которых не менее 4-х градаций, что достаточно для получения наглядной кривой.

2. Система SigmaPlot предъявляет требование, чтобы по всем осям было *равное* количество координат, т.к. точка в многомерном пространстве задается координатами по *всем* осям. Однако в наших данных это требование не выполняется. Всего существует два варианта решить эту проблему: дополнить нулями недостающие координаты, ограничиться по всем осям тем количеством координат, которое в оси с минимальным их количеством. Мы выбираем второй вариант и оставляем по каждой из осей по 4 координаты, как в оси "Вид крыши вагона", в которой их минимальное количество.

3. Для большей наглядности перед построением графиков градации по каждой шкале *рассортируем* в порядке возрастания их значений для одного из классов (по каждой оси координат они могут быть оставлены в исходном порядке либо рассортированы в порядке возрастания или убывания).

В результате получим исходную таблицу данных для построения графиков в системе SigmaPlot (таблица 4) и сами графики (рисунок 2).

**Таблица 4 – ДАННЫЕ ИЗ МАТРИЦЫ АБСОЛЮТНЫХ ЧАСТОТ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ В СИСТЕМЕ SIGMAPLOT**

Ось	Наименование описательной шкалы	Градация описательной шкалы		Наименования и коды классов (градаций классификационных шкал)		Кол-во
		Наименование	Код	Состав следует на восток	Состав следует на запад	
X	Форма вагона	U-образная.	7	1	3	4
		Эллипсоидная.	8	1	0	1
		V-образная.	4	2	1	3
		Прямоугольная	5	5	5	10
Y	Вид крыши вагона	Гофрированная	16	0	2	2
		Двухскатная	17	1	0	1
		Прямая (эллипсоидная)	18	4	2	6
		Отсутствует	15	5	5	10
Z	Груз (количество и вид)	1 перевернутый треугольник.	28	1	0	1
		1 ромб.	29	2	0	2
		1 большой круг.	19	3	4	7
		1 треугольник	27	5	2	7

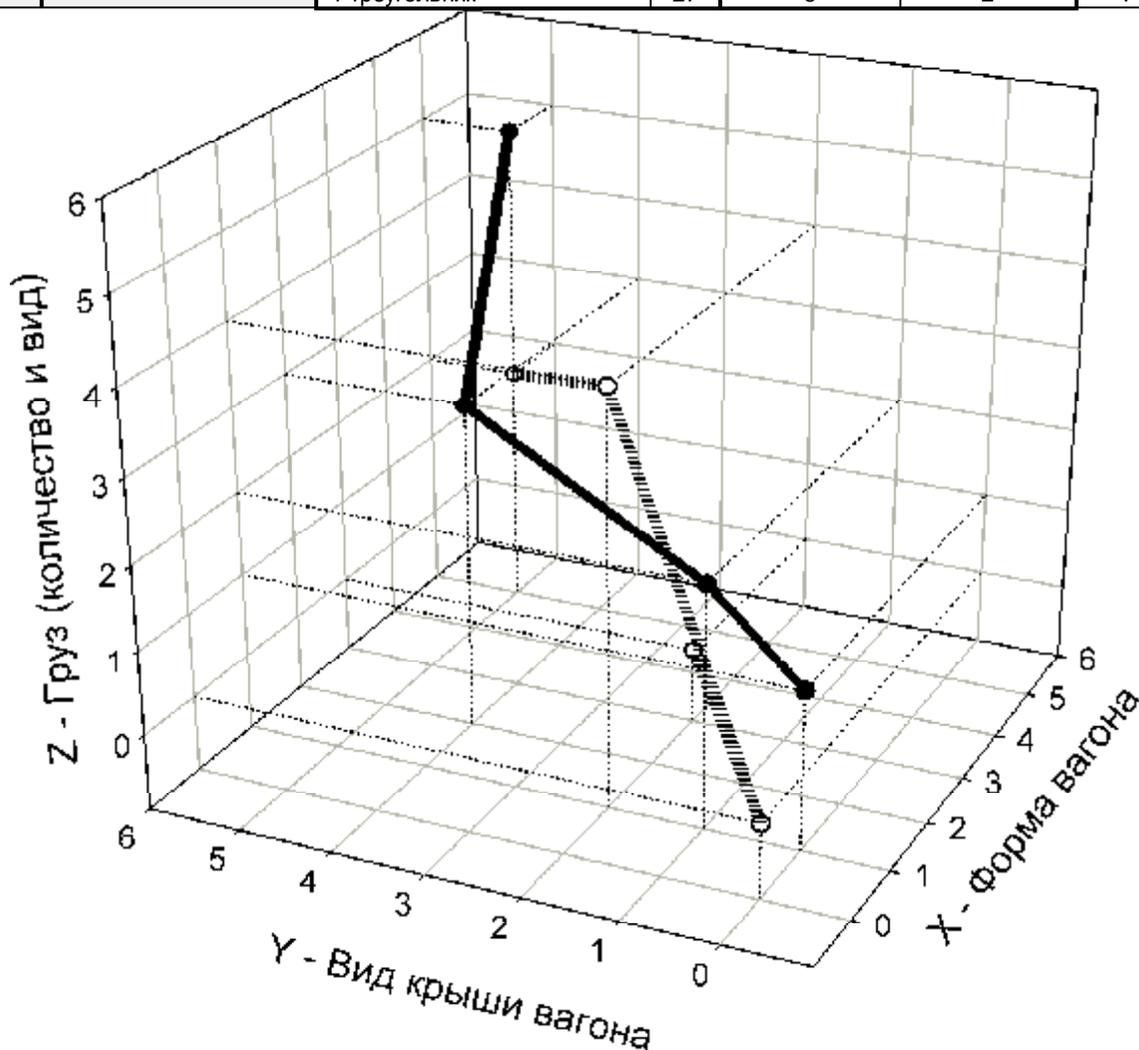


Рисунок 2 – Отображение фрагмента семантического пространства с образами составов, следующих на восток (сплошная линия) и на запад

(пунктир). Единица измерения по шкалам – количество встреч признака

Рассмотрим проекции этих пространственных кривых на координатные плоскости и аппроксимации этих проекций степенными полиномами. На основе данных таблицы 4 получим сочетания координат для точек проекций кривых, соответствующих поездом, следующим на восток и на запад, на координатные плоскости XY, XZ и YZ (таблица 5), а затем построим график проекции YZ и его аппроксимацию полиномом 3-й степени (рисунок 3).

Для примера выбрана именно данная проекция пространственной кривой класса "Поезда, следующие на восток", т.к. при выбранном способе сортировки координат по возрастанию значений она оказалась *монотонно-возрастающей по обеим координатам*, что является необходимым и достаточным условием для возможности аппроксимации кривой именно степенным полиномом.

Таблица 5 – СОЧЕТАНИЯ КООРДИНАТ ДЛЯ ТОЧЕК ПРОЕКЦИЙ КРИВЫХ НА КООРДИНАТНЫЕ ПЛОСКОСТИ XY, XZ И YZ

		Восток		Запад		Восток		Запад	
		XY	XZ	XY	XZ	YZ	YZ		
X Форма вагона	U-образная.	1	3	1	0	3	2		
	Эллипсоидная.	1	0	1	1	0	0		
	V-образная.	2	1	2	4	1	2		
	Прямоугольная	5	5	5	5	5	5		
Y Вид крыши вагона	Гофрированная	0	2	1	1	3	0		
	Двухскатная	1	0	1	2	0	0		
	Прямая (эллипсоидная)	4	2	2	3	1	4		
	Отсутствует	5	5	5	5	5	2		
Z Груз (количество и вид)	1 перевернутый треугольник.	1	0	0	1	2	0		
	1 ромб.	2	0	1	2	0	0		
	1 большой круг.	3	4	4	3	2	4		
	1 треугольник	5	2	5	5	5	2		

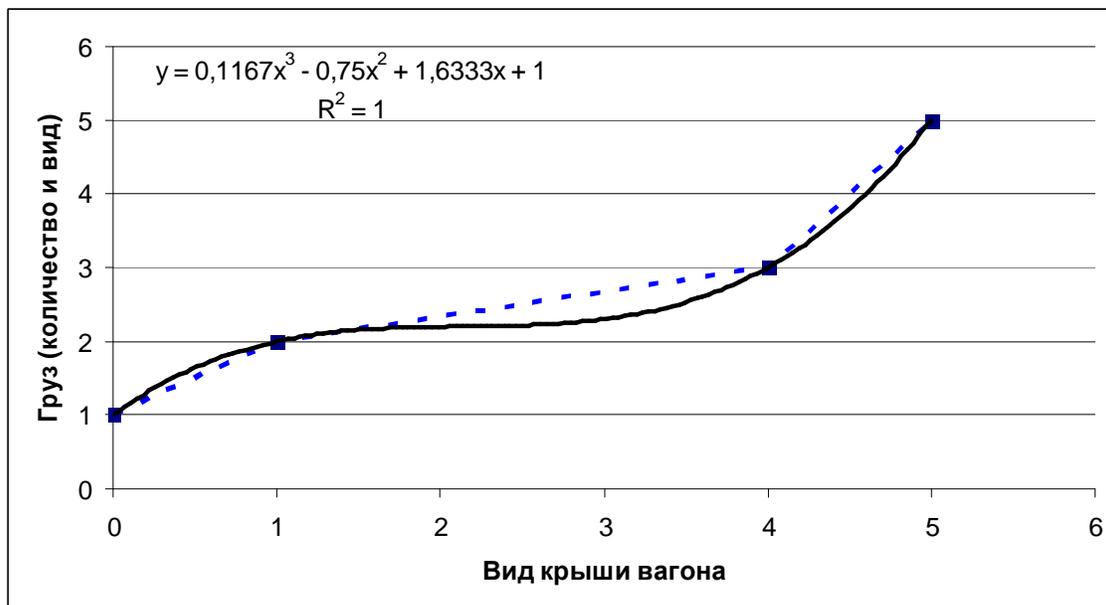


Рисунок 3 – Проекция пространственной кривой класса: "Поезда, следующие на восток" на координатную плоскость "YZ" (синий пунктир) и аппроксимация этой проекции полиномом 3-й степени (черная сплошная линия)

Задача 5: описать системное семантическое пространство для отображения систем в форме эйдосов (эйдос-пространство).

Прежде всего, отметим, что нас не устраивает в классическом семантическом пространстве, рассмотренном при обсуждении возможных подходов к решению предыдущей задачи.

Напомним, что в этом пространстве в качестве осей координат рассматривались описательные шкалы, в качестве координат на этих осях – градации описательных шкал (интервальные значения, признаки), а в качестве значений по каждой координате – суммарное количество встреч данного признака у объектов этого класса. При этом классическое семантическое пространство, вообще говоря (т.е. в общем случае), является многомерным неортонормированным пространством, т.к. углы между осями координат не являются прямыми, а **единицы измерения по различным осям различны**. Более того, это пространство может быть искривлено, скручено и т.п.

В качестве меры расстояния в этом пространстве обычно используют евклидову метрику (многомерный аналог теоремы Пифагора), **совершенно забывая** при этом, что для корректного применения этой метрики необходимо, чтобы пространство было *ортонормированным*, и по всем осям использовалась бы одна и та же **единица измерения**, либо они все были безразмерными. Эти условия являются совершенно необходимыми и обязательными. Если для неортонормированного пространства существует обобщение теоремы Пифагора, и оно просто по неизвестным причинам не

используется (правда более-менее простой аналитический вид это выражение имеет только для плоскости и трехмерного пространства), то *вопрос о единицах измерения по осям **просто** игнорируется.*

Об этом вопросе упоминается в работе отечественных классиков системного анализа Ф.И. Перегудова и Ф.П. Тарасенко [29] (при рассмотрении многокритериального метода приятия решений и формировании интегрального критерия из частных критериев). Между тем, широко известно, что *с размерностями в математических выражениях, в которые входят различные по смыслу величины, измеряемые в различных единицах измерения, нужно обращаться очень **аккуратно**.* Даже на уроке физики в средней школе обязательно проверяют размерности получаемых в результате решения задач величин, и если они не соответствуют смыслу этих величин и принятым для них размерностям, то *это является явным признаком **ошибки** в решении.* Однако в статистических системах, системах анализа данных и системах искусственного интеллекта (кроме системы "Эйдос"), почему-то совершенно не задумываясь, спокойно совершают операции сложения, вычитания и другие более сложные математические операции с величинами, имеющими *качественно различающийся* смысл и, соответственно, измеряемыми в совершенно различных единицах измерения.

Удивительно, но такой подход на практике традиционен и в нем нет ничего необычного. Например, в известной статистической системе SPSS в разделе по изучению кластерного анализа приведены обучающие примеры, в которых между собой сравниваются различные модели автомобилей. При этом признаками для сравнения этих моделей являются: количество ведущих мостов, количество цилиндров, мощность двигателя, расход топлива и т.п. параметры, измеряемые *количественно*, естественно, в *различных* единицах измерения. Затем с использованием *евклидовой меры сходства* (корректность использования которой также еще нужно обосновать) *вычисляется параметр сходства между этими моделями, строится матрица сходства*, на основе которой и проводится кластерный анализ. Ясно, что это некорректно, т.к., например, 4 ведущих колеса или 4 цилиндра будут иметь одинаковый вес при определении сходства моделей, а мощность 80 л.с. будет иметь значение в 10 раз больше, чем расход топлива 8 литров на 100 километров. В исходной матрице данных в системе SPSS просто используются *безразмерные* количественные величины, т.е. числа, и даже не предусмотрено места для ввода единиц измерения. *Но эти же величины в действительности не являются безразмерными, а лишь используются как безразмерные!* Это примерно, как сложить 4 крокодила с 8 бегемотами и разделить затем на 6 секунд, за которые какой-то автомобиль разгоняется до 100 км/час, и получить в результате 2. Конечно, числа 4 и 5 формально сложатся и разделятся на 6, в результате получится 2, но *чего именно 2*, и какой **смысл** в выполнении подобных математических операций? Даже если величины измеряются в сходных по смыслу единицах измерения, то все

равно перед выполнением с ними арифметических операций нужно привести их к одной общей единице измерения, например, если сложить 5 метров и 5 сантиметров, то будет не 10, а 5,05 метра или 505 сантиметров.

Конечно, это совершенно не означает, что режим кластерного анализа системы SPSS невозможно использовать корректно. Для этого достаточно в матрицу исходных данных кластерного анализа ввести либо безразмерные (например, *стандартизированные*) величины, либо величины, приведенные к одной размерности, например, можно вычислить, как влияет тот или иной размерный параметр модели автомобиля на его цену, и *вводить не сам этот параметр, а его влияние на цену автомобиля* (например, в какой-либо валюте в индексированных ценах). Аналогично можно изучать влияние различных факторов на продолжительность жизни, *вводя для исследования не сами значения этих факторов, а их влияние на эту продолжительность (например, в годах)*. При этом сами параметры или факторы могут измеряться в самых различных единицах измерения, например, количество сигарет, выкуренных за день, количество метров, пройденных пешком, количество минут, потраченных на утреннюю зарядку и т.п., но все это, в каких бы единицах измерения оно не измерялось, прибавляет или отнимает какие-то *минуты* нашей жизни.

Таким образом, мы считаем необходимым использовать для моделирования реальности не классическое семантическое пространство, а другое пространство (назовем его *системным семантическим пространством* или кратко *эйдос-пространством*), которое характеризуется следующими свойствами:

1. В качестве осей координат используются конструкты, т.е. понятия, имеющие смысловые полюса и спектр промежуточных смысловых значений с количественной или порядковой шкалой смыслового сходства и различия между ними. *По всем осям координат используется одна и та же единица измерения.*

2. Величины или значения координат выражаются количественными величинами, имеющими один и тот же смысл не только для одной оси, но и для всех осей координат, т.е. *всего эйдос-пространства.*

3. *Значения* координат несут информацию не только о положении точки в этом пространстве, но и о *степени принадлежности* этой точки к многомерному объекту, соответствующему обобщенному образу класса (будем называть этот образ "эйдос" (от греч. εἶδος – вид, образ) – идея, понятие, образ). Координаты образов классов в эйдос-пространстве – информативности, рассчитываемые согласно системной теории информации [9, 10, 1–20, 26–28]. Более того, эти значения координат являются величинами, учитывающими *системный эффект* взаимодействия *всех классов* в эйдос-пространстве *со всеми* градациями описательных шкал (поэтому для математической модели системы "Эйдос" и был предложен термин "нелокальная нейронная сеть" [13]), в отличие от классических нейронных сетей

с обратным распространением ошибки. Предлагается считать координаты точек в эйдос-пространстве **компонентами** *i*-мерных **когнитивных чисел** [16], по аналогии с действительными числами (1-мерными), комплексными числами (2-мерными), кватернионами (3-мерными).

4. Интегральный критерий сходства образа конкретного объекта с классом, классов друг с другом, значений факторов друг с другом, т.е. метрика или "информационное расстояние" – свертка или скалярное произведение векторов классов или объекта и класса [1–20, 9, 10], величина, которую *корректно* использовать в случае неортонормированного пространства (в общем случае эйдос-пространство неортонормированно), так как: а) сами *величины* информативностей (см. п. 3) учитывают *углы* между описательными шкалами (если угол между двумя описательными шкалами равен 0, то информативности градаций этих шкал уменьшаются в два раза), б) свертка в координатной форме, по сути, является просто *суммой* информативностей тех признаков, которые есть у конкретного объекта, и математически *никак не связана* с предположением об ортонормированности или неортонормированности эйдос-пространства.

5. Это эйдос-пространство является, вообще говоря, многомерным неортонормированным пространством с неевклидовой метрикой.

Мы осознаем мир, используя эйдос-пространство, а детально исследуем модели объектов внутреннего и внешнего мира, сформированные в этом пространстве, изучая их **проекции** на координатные плоскости, а чаще на оси координат, т.е. конструкторы. Так, что мы действительно осознаем не сам мир, а лишь проекции его объектов, подобные теням на стенах **пещеры Платона**, причем в действительности эти тени даже не от самих объектов, а лишь от их **моделей** в нашем сознании (т.к. мы осознаем не непосредственно сами объекты "какие они есть на самом деле, т.е. сами по себе" (еще вопрос, возможно ли это хотя бы в принципе), а лишь отражения этих объектов в нашем сознании).

Продолжим изучение примера, который мы рассматривали при обсуждении предыдущей задачи. В таблице 6 приведено количество информации, рассчитанное согласно системной теории информации [9, 10], которое содержится в градациях описательных шкал (признаках) о принадлежности конкретных объектов, обладающих этими признаками, к обобщенным классам: "Состав, следующий на восток", "Состав, следующий на запад".

Таблица 6 – МАТРИЦА ИНФОРМАТИВНОСТЕЙ (БИТ)

Наименование описательной шкалы	Градация описательной шкалы		Наименования и коды классов (градаций классификационных шкал)	
	Наименование	Код	Состав следует на восток	Состав следует на запад
Количество вагонов в составе:	2	1	0,00000000	0,15333187
	3	2	0,07610294	-0,13573296
	4	3	0,05154327	-0,07574658

Форма вагона:	V-образная.	4	0,05154327	-0,07574658
	Прямоугольная	5	-0,00844310	0,00879946
	Ромбовидная	6	0,13608931	0,00000000
	U-образная.	7	-0,15297552	0,09334550
	Эллипсоидная.	8	0,13608931	0,00000000
Длина вагона:	Короткий.	9	-0,00844310	0,00879946
	Длинный	10	-0,06842948	0,05532850
Количество осей вагона:	2	11	-0,03300278	0,03076883
	3	12	0,07610294	-0,13573296
Вид стенок вагона:	Одинарные	13	-0,00844310	0,00879946
	Двойные	14	0,05154327	-0,07574658
Вид крыши вагона:	Отсутствует	15	-0,00844310	0,00879946
	Гофрированная	16	0,00000000	0,15333187
	Двухскатная	17	0,13608931	0,00000000
	Прямая (эллипсоидная)	18	0,05154327	-0,07574658
Груз (количество и вид):	1 большой круг.	19	-0,04058602	0,03664292
	2 маленьких круга	20	0,13608931	0,00000000
	3 маленьких круга	21	0,00000000	0,15333187
	1 квадрат	22	0,13608931	0,00000000
	3 квадрата.	23	0,13608931	0,00000000
	1 короткий прямоугольник.	24	-0,09298915	0,06878583
	2 коротких прямоугольника	25	0,00000000	0,15333187
	1 длинный прямоугольник	26	-0,09298915	0,06878583
	1 треугольник	27	0,06592940	-0,10788950
	1 перевернутый треугольник.	28	0,13608931	0,00000000
	1 ромб.	29	0,13608931	0,00000000
	1 шестиугольник	30	0,00000000	0,00000000
	Груза нет	31	0,00000000	0,15333187

Далее выберем из таблицы 6 только те информативности, которые соответствуют градациям описательных шкал, рассмотренных в предыдущей задаче (для обеспечения сопоставимости), и в результате получим таблицу 7 и ее графическое отображение на рисунке 4.

**Таблица 7 – ДАННЫЕ ИЗ МАТРИЦЫ ИНФОРМАТИВНОСТЕЙ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ В СИСТЕМЕ SIGMAPLOT**

Ось	Наименование описательной шкалы	Градация описательной шкалы		Наименования и коды классов (градаций классификационных шкал)	
		Наименование	Код	Состав следует на восток	Состав следует на запад
X	Форма вагона	U-образная.	7	-0,15297552	0,09334550
		Прямоугольная	5	-0,00844310	0,00879946
		V-образная.	4	0,05154327	-0,07574658
		Эллипсоидная.	8	0,13608931	0,00000000
Y	Вид крыши вагона	Отсутствует	15	-0,00844310	0,00879946
		Гофрированная	16	0,00000000	0,15333187
		Прямая (эллипсоидная)	18	0,05154327	-0,07574658
		Двухскатная	17	0,13608931	0,00000000
Z	Груз (количество и вид)	1 большой круг.	19	-0,04058602	0,03664292
		1 треугольник	27	0,06592940	-0,10788950
		1 перевернутый треугольник.	28	0,13608931	0,00000000
		1 ромб.	29	0,13608931	0,00000000

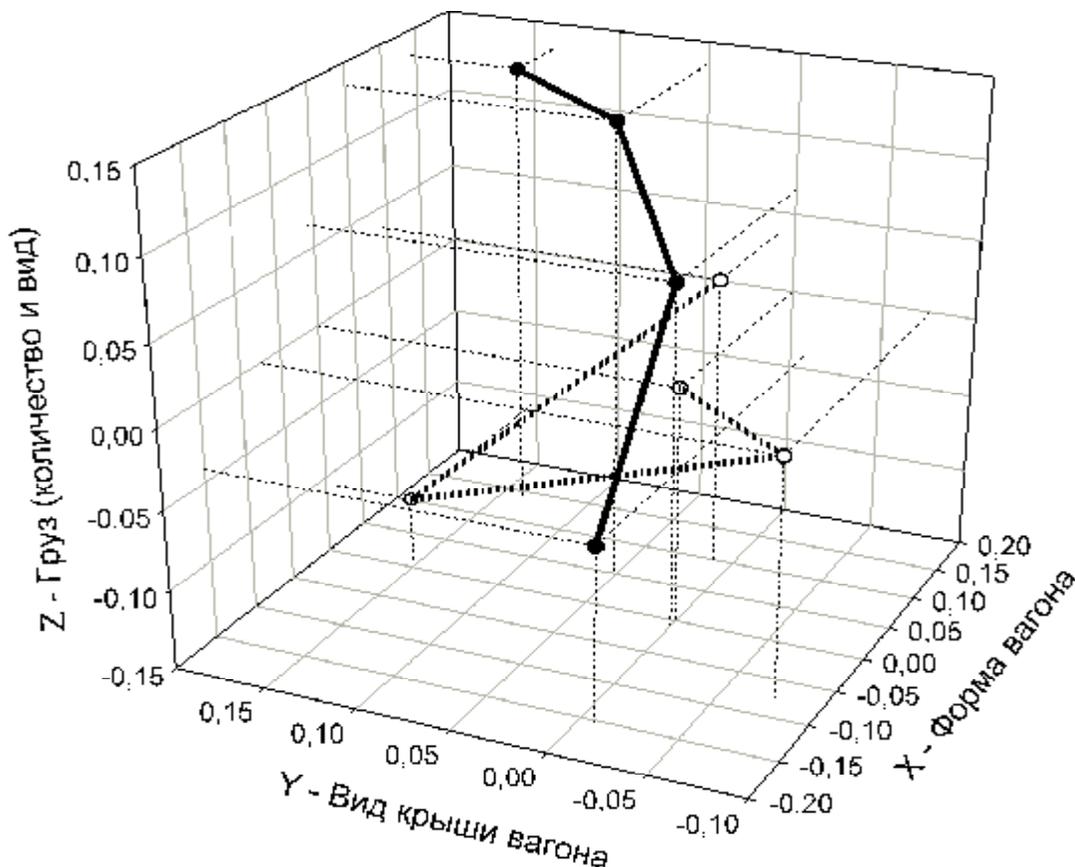


Рисунок 4 – Отображение фрагмента системного семантического пространства (эйдос-пространства) с образами составов, следующих на восток (сплошная линия) и на запад (пунктир). Единица измерения по шкалам – биты

Рассмотрим *проекции* этих пространственных кривых на координатные плоскости и аппроксимации этих проекций степенными полиномами. На основе таблицы 7 получим сочетания координат для точек проекций кривых, соответствующих поездом, следующим на восток и на запад, на координатные плоскости XY, XZ и YZ (таблица 8), а затем построим график проекции XY и его аппроксимацию полиномом 3-й степени (рисунки 5 и 6). В таблице 8 области данных, отображенные на рисунках 5 и 6, обведены жирной рамкой.

Таблица 8 – СОЧЕТАНИЯ КООРДИНАТ ДЛЯ ПРОЕКЦИЙ КРИВЫХ ИЗ ЭЙДОС-ПРОСТРАНСТВА НА КООРДИНАТНЫЕ ПЛОСКОСТИ XY, XZ И YZ

		Восток		Запад		Восток		Запад	
						XY		XY	
X	Форма вагона	U-образная.	-0,153	0,093	-0,153	-0,008	0,093	0,009	
		Прямоугольная	-0,008	0,009	-0,008	0,000	0,009	0,153	
		V-образная.	0,052	-0,076	0,052	0,052	-0,076	-0,076	
		Эллипсоидная.	0,136	0,000	0,136	0,136	0,000	0,000	
Y	Вид крыши вагона	Отсутствует	-0,008	0,009	-0,153	-0,041	0,093	0,037	
		Гофрированная	0,000	0,153	-0,008	0,066	0,009	-0,108	
		Прямая (эллипсоидная)	0,052	-0,076	0,052	0,136	-0,076	0,000	
		Двухскатная	0,136	0,000	0,136	0,136	0,000	0,000	
Z	Груз (количество и вид)	1 большой круг.	-0,041	0,037	-0,008	-0,041	0,009	0,037	

	1 треугольник	0,066	-0,108	0,000	0,066	0,153	-0,108
	1 перевернутый треугольник.	0,136	0,000	0,052	0,136	-0,076	0,000
	1 ромб.	0,136	0,000	0,136	0,136	0,000	0,000

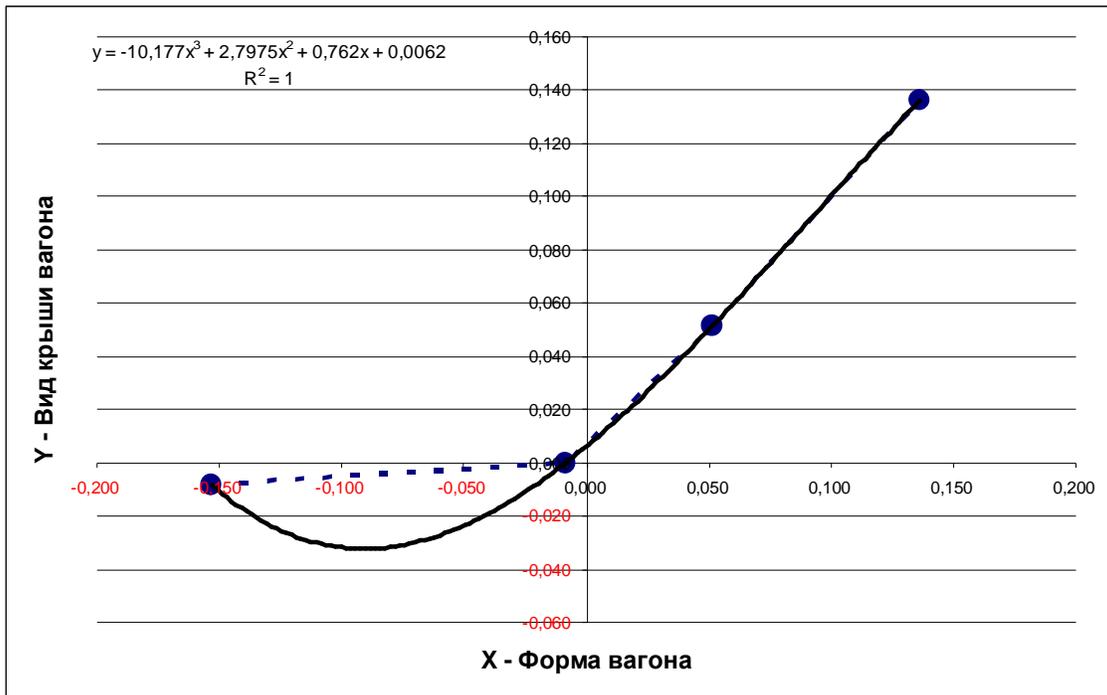


Рисунок 5 – Проекция эйдоса (класса): "Поезда, следующие на восток" на координатную плоскость "XY" (синий пунктир) и аппроксимация этой проекции полиномом 3-й степени (черная сплошная линия)

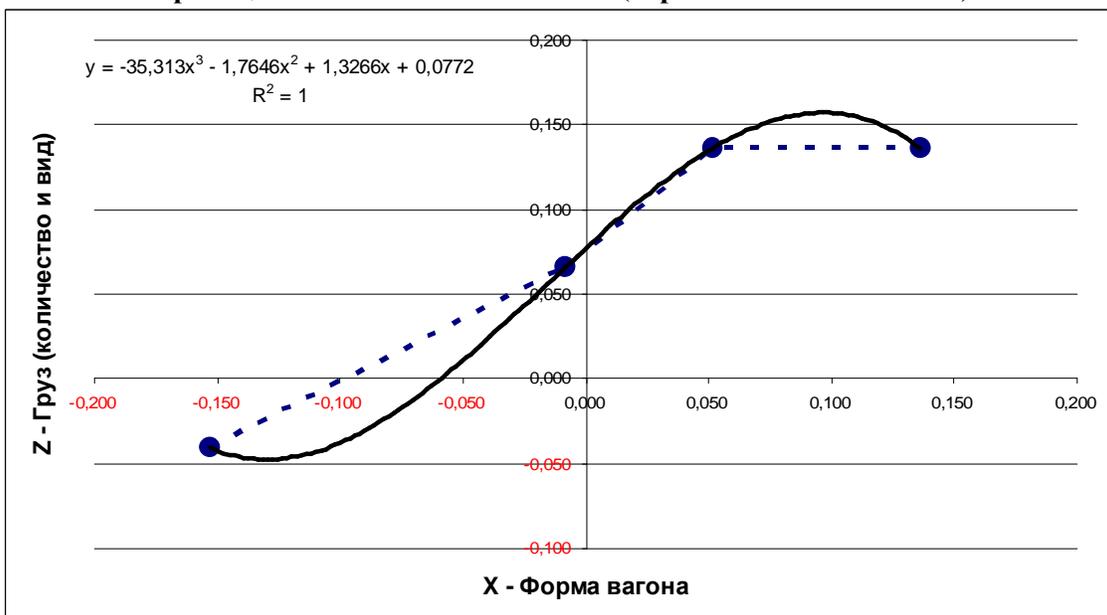


Рисунок 6 – Проекция эйдоса (класса): "Поезда, следующие на восток" на координатную плоскость "XZ" (синий пунктир) и аппроксимация этой проекции полиномом 3-й степени (черная сплошная линия)

Для примера выбраны именно проекции пространственной кривой (эйдоса) класса "**Поезда, следующие на восток**", т.к. при выбранном способе сортировки координат по возрастанию значений они оказались *монотонно-возрастающими по обеим координатам*, что является необходимым и достаточным условием для возможности аппроксимации кривой степенным полиномом. Отметим, что аппроксимации *всех* проекций эйдосов на координатные плоскости полиномами 3-й степени оказались с критерием достоверности $R^2=1$ (т.е. с нулевой погрешностью).

Задача 6: описать принцип формирования эйдосов (включая зеркальные части).

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) [9, 10] представляет собой метод, технологию и методику формирования эйдосов и включает следующие этапы:

1. Когнитивная структуризация, а затем и формализация предметной области.
2. Ввод данных мониторинга в базу прецедентов (обучающую выборку) за период, в течение которого имеется необходимая информация в электронной форме.
3. Синтез семантической информационно-модели (СИМ).
4. Оптимизация СИМ.
5. Проверка адекватности СИМ (измерение внутренней и внешней, дифференциальной и интегральной валидности).
6. Анализ СИМ.
7. Решение задач идентификации состояний объекта управления, прогнозирования и поддержки принятия управленческих решений по управлению с применением СИМ.

На первых двух этапах АСК-анализа, детально рассмотренных в работах [9, 10], числовые величины сводятся к интервальным оценкам, как и информация об объектах нечисловой природы (фактах, событиях). Этот этап реализуется и в методах интервальной статистики.

На третьем этапе СК-анализа всем этим величинам (по единой методике, основанной на системном обобщении семантической теории информации А. Харкевича) сопоставляются количественные величины, с которыми в дальнейшем и производятся все операции моделирования.

Обобщенный образ класса (эйдос) представляет собой элемент определенного уровня иерархии системы, т.е. множество, в котором в качестве элементов-признаков выступают элементы предыдущего уровня иерархии системы.

Информационный портрет класса представляет собой список признаков этого класса, ранжированный в порядке убывания количества информации, содержащейся в этих признаках о принадлежности к данному классу. Этот информационный портрет может быть разделен на две части:

позитивную: с положительными информативностями (эйдос), и негативную: с отрицательными информативностями (антиэйдос). Эйдос и антиэйдос представляют собой как бы *зеркальные* части информационного портрета.

Значения координат точки, входящей в эйдос, равны количеству информации в соответствующем признаке (градации описательной шкалы) о принадлежности конкретного обладающего этим признаком объекта к обобщенному образу класса (градации классификационной шкалы).

Если классические координаты точки в семантическом пространстве несут информацию только о положении точки в пространстве и все, то системные координаты точки в эйдос-пространстве, кроме этого, несут также и информацию о принадлежности объекта, в который входит данная точка, к эйдосу (обобщенному образу класса), т.е. к системе точек.

Подробнее задачу № 6 рассматривать в данной статье нецелесообразно, т.к. она неоднократно реализовалась в ряде приложений и исследований, проведенных по технологии АСК-анализа, о которых имеются многочисленные общедоступные публикации, в частности, размещенные по Internet-адресам:

- <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>;
- <http://lc.kubagro.ru/aidos/Eidos.htm>.

Задача 7: показать, что базовая когнитивная концепция [9] формализуется многослойной системой эйдос-пространств.

Из базовой когнитивной концепции, предложенной в работе [9], следует иерархическая структура процесса познания (таблица 9).

Таблица 9 – ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРОЦЕССА ПОЗНАНИЯ

Уровень иерархии процесса познания	Элемент	Действие с элементами	Система
1	признаки	синтез	образы конкретных объектов
2	признаки, образы конкретных объектов	обобщение, многопараметрическая типизация	обобщенные образы классов
3	классы	нахождение наиболее сходных, обобщение	кластеры
4	кластеры	нахождение наиболее отличающихся	конструкты
5	конструкты	синтез	действующая парадигма предметной области

При этом на разных уровнях иерархии системы познания элементами являются: признаки, а системами – образы конкретных объектов, описан-

ные системами признаков по 2, 3 и т.д., а на других элементах выступают уже конкретные образы, а системами – обобщенные образы классов, которые, в свою очередь, являются элементами систем-кластеров, а они – элементами систем-конструктов, система конструктов образует парадигму. В 1996 году в работе¹, а затем в работе [13] автором была предложена идея создания подобных многоуровневых моделей в АСК-анализе. В последующем в ряде работ автора с соавторами² были созданы и исследованы подобные многоуровневые модели, каждый из уровней которых формализуется эйдос-пространством определенной размерности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что базовая когнитивная концепция и реализующий ее АСК-анализ формализуются многослойной системой *взаимосвязанных* эйдос-пространств. Если на 2-м уровне иерархии оси координат представляют собой описательные шкалы, градациями которых являются признаки, а обобщенные образы классов (градации классификационных шкал) представляются пространственными кривыми в эйдос-пространстве, то на 3-м уровне иерархии градациями описательных шкал являются классы, а пространственные кривые – эйдосы отображают уже кластеры.

Задача 8: показать, что системная теория информации позволяет непосредственно на основе эмпирических данных определять вид функций принадлежности, т.е. решать одну из основных задач теории нечетких множеств.

В теории нечетких множеств, предложенной в 1965 году [Лотфи А. Заде](#), понятие множества было обобщено, путем задания функции принадлежности элемента множеству, количественно задающей степень принадлежности элемента множеству (в классическом множестве элемент мог либо принадлежать, либо не принадлежать множеству). Было предложено несколько различных аналитических видов функций принадлежности и разработаны операции с нечеткими множествами, зависящие от вида этих априорно заданных функций.

Таким образом, в теории нечетких множеств *математическое понятие множества было обогащено свойствами, и это несколько приблизило*

¹ Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). – Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. – 280 с. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos96/aidos96.htm>.

² Луценко Е.В., Наприев И.Л. Синтез многоуровневых семантических информационных моделей активных объектов управления в системно-когнитивном анализе // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – № 04(28). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/04/pdf/11.pdf>.

Луценко Е.В., Ткачев А.Н. Исследование многоуровневой семантической информационной модели влияния инвестиций на уровень качества жизни населения региона // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – № 04(6). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/19/p19.asp>.

Луценко Е.В., Лойко В.И. Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 480 с. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos05/index.htm>.

его к понятию "система" и позволило получить более общую теорию, чем классическая теория множеств.

Однако мы считаем, что теория нечетких множеств является лишь первым шагом и в этом направлении еще много работы. Например, ясно, что для реальных объектов, моделируемых множествами, фактический вид функции принадлежности может отличаться от ранее априорно определенных и затем аксиоматически постулированных и аналитически исследованных. Между тем именно фактический вид функции принадлежности характеризует специфику конкретного объекта исследования, и поэтому ее знание обуславливает адекватность моделирования этого объекта с помощью аппарата нечетких множеств. Поэтому возникает **проблема определения вида функции принадлежности непосредственно на основе эмпирических данных** и все значения и актуальность решения этой проблемы *общим универсальным методом* трудно переоценить. В настоящее время имеется ряд попыток найти подобный *универсальный метод и разработать технологию и методiku его применения на практике*. Одной из таких попыток является интеграция теории нечетких множеств и нейронных сетей: так называемые нечеткие нейронные сети³.

С применением системной теории информации (СТИ) также *непосредственно на основе эмпирических данных* определяется функция принадлежности элемента множеству, в частности:

- в информационном портрете определяется степень принадлежности признака классу;
- при идентификации объекта определяется степень его сходства с классами;
- при проведении кластерного анализа определяется степень сходства классов с кластерами.

На рисунке 7 в качестве примера приведена экранная форма системы "Эйдос", в которой показана *степень принадлежности* конкретных образцов составов, описанных в обучающей выборке, к обобщенному образу класса: "Состав, следующий на запад". Таким образом, можно считать, что данный класс представляет собой нечеткое множество, включающее все составы, следующие на запад, но в разной степени. Состав-10 наиболее похож на обобщенный образ данного класса, т.е. является наиболее типичным для него, а состав-3 наименее типичным. Для составов 1, 2, 3, 4 и 5 степень принадлежности к классу "Состав, следующий на запад" отрицательна, т.е. они не относятся к этому классу в соответствии с созданной моделью.

³ Николаев А.Б., Фоминых И.Б. Нейросетевые методы анализа и обработки данных: Учебное пособие. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 95 с. – Режим доступа: <http://www.madi.ru/study/kafedra/asu/metod/neiroseti3.rar>.

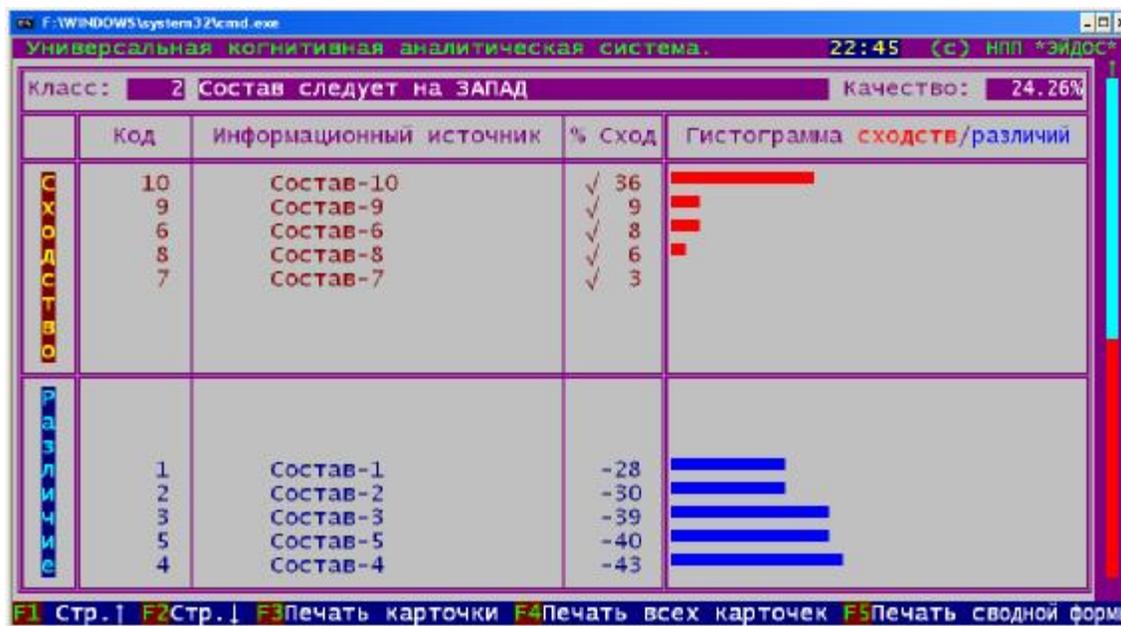


Рисунок 7 – Функция принадлежности конкретных образов составов обучающей выборки к обобщенному образу класса: "Состав, следующий на запад"

В таблице 10 приведен информационный портрет обобщенного образа класса: "Состав, следующий на запад", включая позитивную и негативную части, т.е. эйдос и антиэйдос.

Таблица 10 – ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОРТРЕТ КЛАССА РАСПОЗНАВАНИЯ:

Код: 2 Наименование: Состав следует на ЗАПАД
 Позитивный и негативный портрет (эйдос и антиэйдос).
 Фильтрации по кодам признаков нет.
 Фильтрации по модулю информативности нет.

Код признака	Наименования описательных шкал и градаций	Информативность		
		Бит	% от теоретически максимально возможной информативности	Сумма нарастающим итогом, %
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ:			
1	2	0.153	15.33	15.3
6	ВИД КРЫШИ ВАГОНА:			
16	Гофрированная	0.153	15.33	30.7
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			
21	3 маленьких круга	0.153	15.33	46.0
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			
25	2 коротких прямоугольника	0.153	15.33	61.3
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			
31	Груза нет	0.153	15.33	76.7
2	ФОРМА ВАГОНА:			
7	U-образная.	0.093	9.33	86.0
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			

24	1 короткий прямоугольник.	0.069	6.88	92.9
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			
26	1 длинный прямоугольник	0.069	6.88	99.7
3	ДЛИНА ВАГОНА:			
10	Длинный	0.055	5.53	105.3
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			
19	1 большой круг.	0.037	3.66	108.9
4	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА:			
11	2	0.031	3.08	112.0
2	ФОРМА ВАГОНА:			
5	Прямоугольная	0.009	0.88	112.9
3	ДЛИНА ВАГОНА:			
9	Короткий.	0.009	0.88	113.8
5	ВИД СТЕНОК ВАГОНА:			
13	Одинарные	0.009	0.88	114.7
6	ВИД КРЫШИ ВАГОНА:			
15	Отсутствует	0.009	0.88	115.5
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ:			
3	4	-0.076	-7.57	123.1
2	ФОРМА ВАГОНА:			
4	V-образная.	-0.076	-7.57	130.7
5	ВИД СТЕНОК ВАГОНА:			
14	Двойные	-0.076	-7.57	138.2
6	ВИД КРЫШИ ВАГОНА:			
18	Прямая (эллипсоидная)	-0.076	-7.57	145.8
7	ГРУЗ (КОЛИЧЕСТВО И ВИД):			
27	1 треугольник	-0.108	-10.79	156.6
1	КОЛИЧЕСТВО ВАГОНОВ В СОСТАВЕ:			
2	3	-0.136	-13.57	170.2
4	КОЛИЧЕСТВО ОСЕЙ ВАГОНА:			
12	3	-0.136	-13.57	183.7

Фоном светло-желтого цвета в информационном портрете выделены положительные информативности, а светло-зеленого – отрицательные, соответствующие эйдосу и антиэйдосу или эйдосу и его зеркальной части.

Информативность в битах – это количество информации, которое мы получаем о принадлежности некоторого объекта к данному классу, если узнаем, что он обладает этим признаком. Как показано в базовой когнитивной концепции [9, 10], если мы анализируем только образы конкретных объектов и никак не обобщаем их, относя к каким-то классам и называя их обобщенными именами, то не можем определить, какие признаки этих объектов являются характерными для них, а какие случайными. Например, если маленький ребенок видит различные мячи впервые и не знает, что это все мячи, то такие признаки мячей, как круглый и пустой будут для него столь же важны, как цвет и рисунок на мяче. Однако при обобщении появляется возможность определить, какие признаки являются более характерными для того или иного обобщенного класса, какие менее, а какие – вообще случайными. *Это и делается в АСК-анализе на основе системной теории информации: степень характерности признака для класса измеряется количеством информации, которое мы получаем из*

факта наблюдения этого признака о принадлежности к классу. Таким образом, характерные признаки в большей степени принадлежат классу, нехарактерные – менее, а случайные и принадлежащие другим классам, несходным с данным, вообще не принадлежат. Это и означает, что системная теория информации и АСК-анализ тесно связаны с теорией нечетких множеств и даже позволяют решать некоторые важные для этой теории задачи, такие, например, как определение вида функции принадлежности непосредственно на основе эмпирических данных и использование знания вида этой функции для решения задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений.

Процент от теоретически максимально возможной информативности – это процент, который составляет информативность в битах от теоретически максимально возможной информативности.

Теоретически-максимальная возможная информативность полностью определяется суммарным количеством градаций классификационных шкал, т.е. классов и равна количеству информации, которое мы получаем, когда достоверно узнаем, что некоторый объект принадлежит к определенному классу: это количество информации в битах равно двоичному логарифму от количества классов в семантической информационной модели (мера Хартли).

Суммарная информативность нарастающим итогом в процентах – это накопительная сумма от столбца: "Процент от теоретически максимально возможной информативности". Она показывает, насколько полно описан информационный портрет класса и есть ли в нем какая-либо избыточность описания. Если избыточность есть, т.е. суммарное количество информации в признаках, описывающих портрет, больше 100 %, то это означает, что существуют корреляции между признаками, т.е. пространство неортонормированное, если же описание неполное, то это означает, что для обеспечения полноты описания данного класса в модели необходимо увеличить размерность эйдос-пространства путем добавления в него новых, желательно, максимально независимых от уже имеющихся описательных шкал и градаций.

Во всех этих случаях определена, т.е. имеет смысл, не только положительная принадлежность, но и отрицательная. Например, отрицательная информативность признака несет информацию о *непринадлежности* конкретного объекта, обладающего этим признаком, к данному классу. Примеры определения конкретного вида функций принадлежности непосредственно на основе эмпирических данных и применения этих функций для идентификации и прогнозирования объектов в различных предметных областях можно обнаружить в работах автора по применению АСК-анализа: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>.

Правда, во всех этих случаях функция принадлежности в системе "Эйдос" (являющейся инструментарием АСК-анализа) задана таблично, но

это не является особым ограничением, т.к. таблично-заданные функции всегда можно аппроксимировать наиболее подходящей в каком-то смысле аналитической зависимостью, например, степенными полиномами, полиномами Чебышева или Лагранжа, рядами функций различного вида, Фурье, степенными, показательными, рядами спецфункций или функций общего вида, как это принято в АСК-анализе.

Задача 9: сформулировать перспективы: разработка операций с системами: объединение (сложение), пересечение (умножение), вычитание. Привести предварительные соображения по сложению систем.

В качестве перспективы мы рассматриваем разработку математического формализма, обеспечивающего *операции с системами*: объединение (сложение), пересечение (умножение), вычитание.

В предварительном плане мы приведем здесь некоторые соображения по операции *сложения систем*. В отличие от сложения множеств, при сложении систем у системы-суммы появляются новые эмерджентные свойства, которых не было у систем-слагаемых. Именно эту особенность сложения систем отражает системная теория информации [19, 26].

Элементы-подмножества системы отличаются не только количеством базисных элементов, но и тем, какие именно конкретно это базисные элементы, т.е. элементы, состоящие из *одинакового* количества базисных элементов, различаются, если различается, по крайней мере, один из этих базисных элементов.

Элементы-подсистемы, состоящие из одних и тех же базисных элементов (0-тождественные элементы), тождественны, если тождественна их *структура*, и отличаются друг от друга, если отличается их структура.

Приведем примеры.

Лингвистические системы, в том числе естественный язык (вербализация), являются одним из наиболее мощных, точных и удачных из всех выработанных человечеством средств моделирования реальности и отражения ее в сознании. Язык имеет многие системные свойства реальности, благодаря чему он и является достаточно адекватным для физического сознания средством ее отражения.

Поэтому в 1-м примере рассмотрим два *предложения*, естественно, состоящие из слов, написанных с помощью букв. *Каждое предложение будем рассматривать как систему, состоящую на базисном уровне из букв, а на 1-м уровне иерархии – из слов.* На 0-м уровне у них будет пересечение, состоящее из общих букв, а 1-м уровне – пересечение, состоящее из общих слов. Естественно, результаты пересечения систем на 1-м уровне будут различаться, если считать тождественными только те слова, которые

полностью тождественны по всем буквам, или слова, являющиеся *слово-формами* от одного слова. Рассмотрим два предложения (таблица 12).

Таблица 11 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА 0-М И 1-М ИЕРАРХИЧЕСКИХ УРОВНЯХ ИХ СТРУКТУРЫ (ПРОЗА)

№	Система	0-й уровень иерархии (буквы)	1-й уровень иерархии (слова)
1	У лукоморья дуб зеленый	б д з е й к л м н о р у ь я	зеленый
2	Под дубом рос зеленый лук	б д з е й к л м н о п р с у ы	зеленый

Жирным шрифтом выделены буквы, *общие* в обоих предложениях. Видно, что 13 букв из 17, которые используются в этих предложениях, общие для обоих предложений, тогда как из 9 слов общее (тождественно) только одно. Таким образом, пересечение этих предложений как систем на базисном уровне составляет: $13/17 \times 100 = 76,47\%$, а на 1-м иерархическом уровне – $1/9 \times 100 = 11,11\%$.

Рассмотрим более сложный 2-й пример со стихами и былинами. При этом, так же как и в 1-м примере, будем *считать каждое предложение системой, состоящей на базисном уровне из букв, а на 1-м уровне иерархии – из слов и рифм*. Однако в отличие от 1-го примера, будем считать тождественными *словоформы* одного слова, кроме того, будем учитывать *рифму*, которую также отнесем к 1-му уровню иерархии.

Выделим одинаковым цветом тождественные слова и рифмы:

У лукоморья **дуб** зелен**ый**,
 Златая **цепь** на **дубе** том:
 И днем, и ночью кот учен**ый**
 Все ходит по **цепи** круг**ом**

(А.С. Пушкин "Руслан и Людмила")

Представим результаты анализа пересечений предложений в виде таблиц 13–16.

Таблица 12 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА 0-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В СИМВОЛАХ (СТИХИ)

KOD	PREDL	P01	P02	P03	P04
P01	У лукоморья дуб зелен-ый	-бдзейклмноуь	-бдзелмноуя	-дейкмноуь	-декмору
P02	Златая цепь на дубе т-ом	-бдзелмноуя	-абдзелмноптуць	-демнотуь	-демоптуц
P03	И днем, и ночью кот учен-ый	-дейкмноуь	-демнотуь	,-дейкмнотучь	-деикмоту
P04	Все ходит по цепи круг-ом	-декмору	-демоптуц	-деикмоту	-вгдеикмопрстух

**Таблица 13 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА 0-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В ПРОЦЕНТАХ (СТИХИ)**

KOD	PREDL	P01	P02	P03	P04
P01	У лукоморья дуб зелен-ый	100,000	70,588	75,000	56,250
P02	Златая цепь на дубе т-ом	70,588	100,000	62,500	62,500
P03	И днем, и ночью кот учен-ый	75,000	62,500	100,000	62,500
P04	Все ходит по цепи круг-ом	56,250	62,500	62,500	100,000

**Таблица 14 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА 1-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В СЛОВОФОРМАХ (СТИХИ)**

Код	PREDL	P01	P02	P03	P04
P01	У лукоморья дуб зелен-ый	дуб зелен луко-морья ый	дуб	ый	
P02	Златая цепь на дубе т-ом	дуб	дубе златая на ом цепь		ом цепи
P03	И днем, и ночью кот учен-ый	ый		днем кот ночью учен ый	
P04	Все ходит по цепи круг-ом		ом цепи		все круг ом по ходит цепи

Примечание: в таблицах 13–16 использован следующий *технический* прием: чтобы программа выделила *рифмы*, как структурные элементы 1-го уровня иерархии, они отделены знаком тире, используемым в качестве *разделителя*.

**Таблица 15 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА 1-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В ПРОЦЕНТАХ (СТИХИ)**

KOD	PREDL	P01	P02	P03	P04
P01	У лукоморья дуб зелен-ый	100,000	25,000	25,000	0,000
P02	Златая цепь на дубе т-ом	25,000	100,000	0,000	40,000
P03	И днем, и ночью кот учен-ый	25,000	0,000	100,000	0,000
P04	Все ходит по цепи круг-ом	0,000	40,000	0,000	100,000

Рассмотрим былинный текст:

У ласкова у князя у Владимира
 Было пированице, почестен пир,
 Для многих князей, для бояр,
 Для русских могучих богатырей;
 Красное солнышко к вечеру -
 Почестный пир идет на веселие,

Все на пиру пьяны – веселы,
Все на пиру порасхвастались:
Богатый хвастает золотой казной,
Глупый хвастает молодой женой,
Умный хвастает старой матерью,
Сильный хвастает своей силою –
Силою, ухваткою богатырскою;
За тем за столом за дубовым
Сидит один богатырь –
Ничем-то он молодец не хвастает

*(Русская былина "Сухман".
Владими́ро-Сузда́льский период.
Сер. XII - конец XIII века)*

Результаты анализа пересечений предложений из этого текста представлены в таблицах 17–20.

**Таблица 16 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
НА 0-М УРОВНЕ ИЕРАХИИ В СИМВОЛАХ (СТИХИ)**

	PREDL	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
01	У ласкова у князя у Владимира	авдзиклмнорсуя	авилнорс	дзиклмноря	адиклморсуя	авклнорсу	авдилнорс	авилнрсуя	авилнорсу
02	Было пированице почестен пир	авилнорс	абвеилнопрстччы	беилнор	абеилорстчы	авелнорсчы	авеилнопрстчы	авеилнпрсы	авеилнопрст
03	Для многих князей для бояр	дзиклмноря	беилнор	бгдезийклмнорхя	бгдейиклморхя	еклнор	дейилнор	еилнря	еилнорх
04	Для русских могучих богатырей	адиклморсуя	абеилорстчы	бгдейиклморхя	абгдейиклморстухчы	аеклорсучы	адейилорстчы	аеилрсуыя	аеилорстух
05	Красное солнышко к вечеру	авклнорсу	авелнорсчы	еклнор	аеклорсучы	авеклнорсучшы	авелнорсчы	авелнрсуы	авелнорсу
06	Почестный пир идет на веселие	авдилнорс	авеилнопрстчы	дейилнор	адейилорстчы	авелнорсчы	авдейилнопрстчы	авеилнпрсы	авеилнопрст
07	Все на пиру пьянывеселы	авилнрсуя	авеилнпрсы	еилнря	аеилрсуыя	авелнрсуы	авеилнпрсы	авеилнпрсуыя	авеилнпрсуь
08	Все на пиру порасхвастались	авилнорсу	авеилнопрст	еилнорх	аеилорстух	авелнорсу	авеилнопрст	авеилнпрсуь	авеилнопрстухь
09	Богатый хвастает золотой казной	авзклнос	абвелности	бгезйклнох	абгейкlostхы	авеклносы	авеилности	авелнсы	авелностх
10	Глупый хвастает молодой женой	авдлмнос	авелнопсты	гдейлмнох	агдейлmostухы	авелнос	авдейлнопсты	авелнпсуы	авелнопстух
11	Умный хвастает старой матерью	авмнорсу	авенорсты	еймнорх	аейморстухы	авенорсуы	авеилности	авенрсуыь	авенорстухь
12	Сильный хвастает своей силою	авилнос	авеилности	ейилнох	аеийлостхы	авелнос	авеийлности	авеилнсыь	авеилностхь
13	Силою ухваткою богатырскою	авиклорсу	аввилорсты	бгиклорх	абгиклорстухы	авклорсуы	авилорсты	авилрсуы	авилорстух
14	За тем за столом за дубовым	авдзлмос	абвелосты	бдзелмо	абделmostуы	авелос	авделосты	авелсуы	авелосту
15	Сидит один богатырь	адинорс	абинорсты	бгдинор	абгдиорсты	анорсы	адинорсты	аинрсыь	аинорсть
16	Ничемто он молодец не хвастает	авдилмнос	авеилностчч	деилмнох	адеилmostхч	авелносч	авдейлностч	авеилнс	авеилностх

Продолжение таблицы 17

	PREDL	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
01	У ласкова у князя у Владимира	авилнорсу	авзклнос	авдлмнос	авмнорсу	авилнос	авиклорсу	авдзлмос	адинорс	авдилмнос
02	Было пированице почестен пир	авеилнопрст	абвелности	авелнопсты	авенорсты	авеилности	авбилорсты	абвелосты	абинорсты	авеилностчч
03	Для многих князей для бояр	еилнорх	бгезйклнох	гдейлмнох	еймнорх	еийлнох	бгиклорх	бдзелмо	бгдинор	деилмнох
04	Для русских могучих богатырей	аеилорстух	абгейкlostхы	агдейлmostухы	аейморстухы	аеийлостхы	абгиклорстухы	абделmostуы	абгдиорсты	адеилmostхч
05	Красное солнышко к вечеру	авелнорсу	авеклнос	авелнос	авенорсуы	авелнос	авклорсуы	авелос	анорсы	авелносч
06	Почестный пир идет на веселие	авеилнопрст	авеилности	авдейлнопсты	авеилорсты	авеийлности	авилорсты	авделосты	адинорсты	авдейлностчч
07	Все на пиру пьянывеселы	авеилнпрсуь	авелнсы	авелнпсуы	авенрсуыь	авеилнсыь	авилрсуы	авелсуы	аинрсыь	авеилнс
08	Все на пиру порасхвастались	авеилнопрстухь	авелностх	авелнопстух	авенорстухь	авеилностхь	авилорстух	авелосту	аинорсть	авеилностх
09	Богатый хвастает золотой казной	авелностх	абвгезйклностхы	авгейлностхы	авеилностхы	авеийлностхы	абвгкlostхы	абвезлосты	абгности	авелностх
10	Глупый хвастает молодой женой	авелнопстух	авгейлностхы	авгдейлмнопстухы	авеилностхы	авеийлностхы	авглостухы	авделmostуы	агдности	авделмнопстух
11	Умный хвастает старой матерью	авенорстухь	авеилностхы	авеилностхы	авеилностхыью	авеилностхыью	аворстухыю	авемостуы	анорстыь	авемностх
12	Сильный хвастает своей силою	авеилностхь	авеилностхы	авеилностхы	авеилностхыью	авеийлностхыью	авилостхыю	авелосты	аиностыь	авеилностх
13	Силою ухваткою богатырскою	авилорстух	абвгкlostхы	авглостухы	аворстухыю	авилостхыю	абвгиклорстухыю	авлостуы	абгирсты	авилостх
14	За тем за столом за дубовым	авелосту	абвезлосты	авделmostуы	авемостуы	авелосты	авлостуы	абвдзелmostуы	абдосты	авделmost
15	Сидит один богатырь	аинорсть	агдности	агдности	анорстыь	аиностыь	абгирсты	абдосты	абгдиностыь	аиноност
16	Ничемто он молодец не хвастает	авеилностх	авелностх	авделмнопстух	авемностх	авеилностх	авилостх	авделmost	адиноност	авдейлмнопстухчч

Таблица 17 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА 0-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В ПРОЦЕНТАХ (СТИХИ)

KOD	PREDL	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
P01	У ласкова у князя у Владимира	100	60	73	80	67	67	67	67	60	67	60	53	67	67	53	67
P02	Было пированице почестен пир	60	100	50	75	69	88	69	75	69	69	63	69	69	63	63	75
P03	Для многих князей для бояр	73	50	100	88	44	56	44	50	69	63	50	50	56	50	50	56
P04	Для русских могучих богатырей	80	75	88	100	58	68	45	58	68	74	63	58	74	63	58	63
P05	Красное солнышко к вечеру	67	69	44	58	100	79	71	71	71	71	71	64	71	64	50	64
P06	Почестный пир идет на веселие	67	88	56	68	79	100	69	75	69	81	69	75	63	63	63	75
P07	Все на пиру пьянвеселы	67	69	44	45	71	69	100	86	57	71	71	71	64	57	57	57
P08	Все на пиру порасхвастались	67	75	50	58	71	75	86	100	67	80	80	80	73	60	60	73
P09	Богатый хвастает золотой казной	60	69	69	68	71	69	57	67	100	81	69	75	75	69	56	63
P10	Глупый хвастает молодой женой	67	69	63	74	71	81	71	80	81	100	72	67	61	67	50	67
P11	Умный хвастает старой матерью	60	63	50	63	71	69	71	80	69	72	100	81	69	63	56	63
P12	Сильный хвастает своей силою	53	69	50	58	64	75	71	80	75	67	81	100	73	60	60	73
P13	Силою ухваткою богатырскою	67	69	56	74	71	63	64	73	75	61	69	73	100	63	63	56
P14	За тем за столом за дубовым	67	63	50	63	64	63	57	60	69	67	63	60	63	100	57	71
P15	Сидит один богатырь	53	63	50	58	50	63	57	60	56	50	56	60	63	57	100	62
P16	Ничемто он молодец не хвастает	67	75	56	63	64	75	57	73	63	67	63	73	56	71	62	100

Таблица 18 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА 1-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В ПРОЦЕНТАХ (БЫЛИНА)

KOD	PREDL	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
P01	У ласкова у князя у Владимира	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P02	Было пированице почестен пир	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P03	Для многих князей для бояр	0	0	100	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P04	Для русских могучих богатырей	0	0	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P05	Красное солнышко к вечеру	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P06	Почестный пир идет на веселие	0	0	0	0	0	100	20	20	0	0	0	0	20	0	20	0
P07	Все на пиру пьянвеселы	0	0	0	0	0	20	100	75	0	0	0	0	25	0	25	0
P08	Все на пиру порасхвастались	0	0	0	0	0	20	75	100	0	0	0	0	25	0	25	0
P09	Богатый хвастает золотой казной	0	0	0	0	0	0	0	0	100	25	25	25	0	0	0	25
P10	Глупый хвастает молодой женой	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100	25	25	0	0	0	25
P11	Умный хвастает старой матерью	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	100	25	0	0	0	25
P12	Сильный хвастает своей силою	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	25	100	25	0	0	25
P13	Силою ухваткою богатырскою	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100	0	0	0	0
P14	За тем за столом за дубовым	0	0	0	0	0	20	25	25	0	0	0	0	100	0	0	0
P15	Сидит один богатырь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
P16	Ничемто он молодец не хвастает	0	0	0	0	0	20	25	25	25	25	25	25	0	0	0	100

Таблица 19– ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА 1-М УРОВНЕ ИЕРАРХИИ В СЛОВОФОРМАХ (БЫЛИНА)

	PREDL	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
P01	У ласкова у князя у Владимира	владимира князя ласкова															
P02	Было пированище почестен пир		было пированище почестен														
P03	Для многих князей для бояр			бояр для князей многих	для												
P04	Для русских могучих богатырей			для	богатырей для могучих русских					богатый							
P05	Красное солнышко к вечеру					вечеру расное солнышко											
P06	Почестный пир идет на веселие						веселие идет на пир почестный	на	на						за		не
P07	Все на пиру пьянвеселы							на	все на пиру пьянвеселы	все на пиру					за		не
P08	Все на пиру порасхвастались							на	все на пиру	все на пиру порасхвастались					за		не
P09	Богатый хвастает золотой казной				богатый					богатый золотой казной хвастает	хвастает	хвастает	хвастает				хвастает
P10	Глупый хвастает молодой женой									хвастает	глупый женой молодой хвастает	хвастает	хвастает				хвастает
P11	Умный хвастает старой матерью									хвастает	хвастает	матерью старой умный хвастает	хвастает				хвастает
P12	Сильный хвастает своей силою									хвастает	хвастает	хвастает	своей силою сильный хвастает	силою			хвастает
P13	Силою ухваткою богатырскою												силою	богатырскою силою ухваткою			
P14	За тем за столом за дубовым							за	за	за					дубовым за столом тем		
P15	Сидит один богатырь															богатырь один сидит	он
P16	Ничемто он молодец не хвастает							не	не	не	хвастает	хвастает	хвастает	хвастает		он	ничемто молодец не он хвастает

Тожественные или сходные слова, производные от одного слова (словоформы), рифмы и повторы, особенно широко использовавшиеся в русских былинах, повышают степень пересечения предложений текста на различных иерархических уровнях его организации и, тем самым, помогают организовать между ними смысловую связь, повышают количество связей в лингвистической системе, а значит – ее уровень системности и легкость восприятия, а также заряд нетождественности в тексте, т.е. его невербальную смысловую нагрузку. Таким образом, можно сделать вывод о том, что *рифмы и повторы словоформ повышают уровень системности текста, вследствие чего стихи и былины можно считать более высокоорганизованной формой текста, чем проза.*

Эти результаты получены с помощью программы, исходный текст которой приведен ниже, разработанной автором при подготовке данной статьи специально с целью исследования пересечений лингвистических систем на 0-м и 1-м уровнях иерархии языка программирования (xBase++ или CLIPPER 5.01+TOOLS II):

```
*****
*** ЛУЦЕНКО Е.В. 04/13/08 10:11am ***
*** Исследование пересечений лингвистических систем ***
*** на 0-м и 1-м уровнях иерархии (буквы, слова) ***
*****

G_buf=SAVESCREEN(0,0,24,79)

FOR j=0 TO 24
  @j,0 SAY REPLICATE("█",80) COLOR "n/n"
NEXT

**** Если БД исходных предложений нет, то создать ее и выйти
IF .NOT. FILE("LingvSys.dbf")
  CLOSE ALL
  CREATE Struc
  APPEND BLANK
  REPLACE Field_name WITH "Kod",;
    Field_type WITH "C",;
    Field_len WITH 5,;
    Field_dec WITH 0
  APPEND BLANK
  REPLACE Field_name WITH "Predl",;
    Field_type WITH "C",;
    Field_len WITH 65,;
    Field_dec WITH 0
  APPEND BLANK
  REPLACE Field_name WITH "ListChar",;
    Field_type WITH "C",;
    Field_len WITH 65,;
    Field_dec WITH 0
  APPEND BLANK
  REPLACE Field_name WITH "ListWord",;
    Field_type WITH "C",;
    Field_len WITH 65,;
    Field_dec WITH 0
  CREATE LingvSys FROM Struc

  Mess = "Необходимо ввести предложения в БД *LingvSys* и запустить программу !!!"
  @20, 40-LEN(Mess)/2 SAY Mess COLOR "w/n"
  INKEY(0)
  INKEY(0)
  RESTSCREEN(0,0,24,79,G_buf)
  QUIT
ENDIF

*****
**** 0-й УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ (БУКВЫ) ****
*****

**** Составить отсортированный список уникальных символов, входящих в предложения
**** Определить максимальную длину предложения и листа уникальных символов
CLOSE ALL
USE LingvSys EXCLUSIVE NEW // Открыть БД с предложениями
N_Predl = RECCOUNT() // Кол-во предложений в БД

Max_Pred = -999
Max_List = -999
DBGOTOP()
DO WHILE .NOT. EOF()
  REPLACE ListChar WITH CHARSORT(CHARLIST(LOWER(Predl))) // Сформировать отсортированный список уникальных букв предложения
```

```

Max_Pred = MAX(Max_Pred, LEN(ALLTRIM(Pred1)))
Max_List = MAX(Max_List, LEN(ALLTRIM(ListChar)))
DBSKIP(1)
ENDDO

***** Создать БД совпадения символов в предложениях
CLOSE ALL
CREATE Struc
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Kod",;
      Field_type WITH "C",;
      Field_len WITH 5,;
      Field_dec WITH 0
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Pred1",;
      Field_type WITH "C",;
      Field_len WITH Max_Pred,;
      Field_dec WITH 0
FOR i = 1 TO N_Pred1
  APPEND BLANK
  Fn = "P"+STRTRAN(STR(i,2)," ", "0")
  REPLACE Field_name WITH Fn,;
        Field_type WITH "C",;
        Field_len WITH Max_List,;
        Field_dec WITH 0
NEXT
CREATE SovList0 FROM Struc

***** Создать БД % совпадения символов в предложениях
CLOSE ALL
CREATE Struc
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Kod",;
      Field_type WITH "C",;
      Field_len WITH 5,;
      Field_dec WITH 0
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Pred1",;
      Field_type WITH "C",;
      Field_len WITH Max_Pred,;
      Field_dec WITH 0
FOR i = 1 TO N_Pred1
  APPEND BLANK
  Fn = "P"+STRTRAN(STR(i,2)," ", "0")
  REPLACE Field_name WITH Fn,;
        Field_type WITH "N",;
        Field_len WITH 7,;
        Field_dec WITH 3
NEXT
CREATE SovPerc0 FROM Struc

***** Заполнить БД совпадения символов в предложениях
***** и БД % совпадений пустыми записями
CLOSE ALL
USE SovPerc0 EXCLUSIVE NEW           // Открыть БД совпадения предложений в %
USE SovList0 EXCLUSIVE NEW          // Открыть БД совпадения символов в предложениях
USE LingvSys EXCLUSIVE NEW          // Открыть БД с предложениями

FOR i = 1 TO N_Pred1
  SELECT LingvSys
  DBGOTO(i)
  M_Pred1 = Pred1
  SELECT SovList0
  APPEND BLANK
  Fn = "P"+STRTRAN(STR(i,2)," ", "0")
  REPLACE Kod WITH Fn
  REPLACE Pred1 WITH M_Pred1
  SELECT SovPerc0
  APPEND BLANK
  REPLACE Kod WITH Fn
  REPLACE Pred1 WITH M_Pred1
NEXT

***** Построение БД пересечений предложений на уровне букв

SELECT LingvSys

FOR i=1 TO N_Pred1
  DBGOTO(i)
  Ar_List1 = ListChar
  FOR j=1 TO N_Pred1
    DBGOTO(j)
    Ar_List2 = ListChar
    M12 = CHARONE(CHARSORT(CHARONLY(Ar_List1,Ar_List2))) // Получить символы, общие для обоих предложений (убрав повторы)
  и отсортировать их
    IF LEN(M12) > 0 // Если были общие символы
      SELECT SovList0
      DBGOTO(i);FIELDPUT(2+j, M12) // Записать пересечение
      DBGOTO(j);FIELDPUT(2+i, M12)
      SELECT LingvSys // Сделать текущей БД исходных предложений
    ENDIF
  NEXT
NEXT

***** Расчет % сходства предложений на уровне букв: (% совпадающих букв
***** от суммарного количества уникальных букв обоих предложений)

SELECT SovList0

FOR i=1 TO N_Pred1 // Цикл по строкам предложениям

```

```

DBGOTO(i)
Ar_List1 = FIELDGET(2+i) // Присвоить переменной значение листа символов 1-го предложения

FOR j=i TO N_Pred1 // Цикл по столбцам предложениям

  Ar_List2 = FIELDGET(2+j) // Присвоить переменной значение листа символов 2-го предложения

  Ar_m12 := {} // Массив совпадающих символов обоих предложений
  Ar_sum := {} // Массив всех уникальных символов обоих предложений

  FOR k=1 TO LEN(Ar_List1)
    L = SUBSTR(Ar_List1, k, 1) // k-й символ 1-го предложения
    IF AT(L, Ar_List2) > 0
      IF ASCAN(Ar_m12, L) = 0
        AADD(Ar_m12, L)
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
  IF ASCAN(Ar_sum, L) = 0
    AADD(Ar_sum, L)
  ENDIF
NEXT
FOR k=1 TO LEN(Ar_List2)
  L = SUBSTR(Ar_List2, k, 1) // k-й символ 2-го предложения
  IF ASCAN(Ar_sum, L) = 0
    AADD(Ar_sum, L)
  ENDIF
NEXT
IF LEN(Ar_sum) > 0
  SELECT SovPerc0
  DBGOTO(i);FIELDPUT(2+j, LEN(Ar_m12)/LEN(Ar_sum)*100)
  DBGOTO(j);FIELDPUT(2+i, LEN(Ar_m12)/LEN(Ar_sum)*100)
  SELECT SovList0
ENDIF
NEXT
NEXT
NEXT

*****
**** 1-й УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ (СЛОВА) *****
*****

**** Составить отсортированный список уникальных слов, входящих в предложения
**** Определить максимальную длину предложения и листа уникальных слов
CLOSE ALL
USE LingvSys EXCLUSIVE NEW // Открыть БД с предложениями
N_Pred1 = RECCOUNT() // Кол-во предложений в БД

Max_Pred = -999
Max_List = -999
DBGOTOP()
DO WHILE .NOT. EOF()

  *** Сформировать отсортированный список уникальных слов предложения
  Ar_word := {}
  M_Pred1 = Pred1
  FOR w=1 TO NUMTOKEN(M_Pred1)
    M_Word = ALLTRIM(LOWER(TOKEN(M_Pred1, w)))
    IF LEN(M_Word) > 1 // Исключение предлогов
      IF ASCAN(Ar_word, M_Word) = 0 // Исключение повторов слов
        AADD(Ar_word, M_Word) // Добавление слова в массив
      ENDIF
    ENDIF
  NEXT
  ASORT(Ar_word)
  M_ListWord = ""
  FOR w=1 TO LEN(Ar_word)
    M_ListWord = M_ListWord + Ar_word[w] + " "
  NEXT
  REPLACE ListWord WITH ALLTRIM(M_ListWord)
  Max_Pred = MAX(Max_Pred, LEN(ALLTRIM(M_Pred1)))
  Max_List = MAX(Max_List, LEN(ALLTRIM(M_ListWord)))
  DBSKIP(1)
ENDDO

**** Создать БД совпадения слов в предложениях
CLOSE ALL
CREATE Struc
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Kod",;
Field_type WITH "C",;
Field_len WITH 5,;
Field_dec WITH 0
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Pred1",;
Field_type WITH "C",;
Field_len WITH Max_Pred,;
Field_dec WITH 0
FOR i = 1 TO N_Pred1
  APPEND BLANK
  Fn = "P"+STRTRAN(STR(i,2), " ", "0")
  REPLACE Field_name WITH Fn,;
Field_type WITH "C",;
Field_len WITH Max_List,;
Field_dec WITH 0
NEXT
CREATE SovList1 FROM Struc

**** Создать БД % совпадения слов в предложениях
CLOSE ALL
CREATE Struc
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Kod",;

```

```

        Field_type WITH "C",;
        Field_len WITH 5,;
        Field_dec WITH 0
APPEND BLANK
REPLACE Field_name WITH "Pred1",;
        Field_type WITH "C",;
        Field_len WITH Max_Pred1,;
        Field_dec WITH 0
FOR i = 1 TO N_Pred1
    APPEND BLANK
    Fn = "P"+STRTRAN(STR(i,2)," ","0")
    REPLACE Field_name WITH Fn,;
        Field_type WITH "N",;
        Field_len WITH 7,;
        Field_dec WITH 3
NEXT
CREATE SovPercl FROM Struc
ERASE("Struc.dbf")

***** Заполнить БД совпадения слов в предложениях
***** и БД % совпадений пустыми записями
CLOSE ALL
USE SovPercl EXCLUSIVE NEW           // Открыть БД совпадения предложений в %
USE SovList1 EXCLUSIVE NEW           // Открыть БД совпадения слов в предложениях
USE LingvSys EXCLUSIVE NEW           // Открыть БД с предложениями

FOR i = 1 TO N_Pred1
    SELECT LingvSys
    DBGOTO(i)
    M_Pred1 = Pred1
    SELECT SovList1
    APPEND BLANK
    Fn = "P"+STRTRAN(STR(i,2)," ","0")
    REPLACE Kod WITH Fn
    REPLACE Pred1 WITH M_Pred1
    SELECT SovPercl
    APPEND BLANK
    REPLACE Kod WITH Fn
    REPLACE Pred1 WITH M_Pred1
NEXT

*** Построение БД пересечений предложений на уровне слов

FOR i=1 TO N_Pred1                    // Цикл по предложениям

    SELECT LingvSys
    DBGOTO(i)                          // Переход на запись с 1-м предложением

    ***** Занести в массив значения слов 1-го предложения
    Ar_List1 := {}
    M_ListWord = LOWER(ListWord)
    FOR w=1 TO NUMTOKEN(M_ListWord)
        M_Word = ALLTRIM(TOKEN(M_ListWord, w))
        IF ASCAN(Ar_List1, M_Word) = 0 // Исключение повторов слов
            AADD(Ar_List1, M_Word)     // Добваление слова в массив
        ENDIF
    NEXT

    FOR j=1 TO N_Pred1                  // Цикл по предложениям

        DBGOTO(j)                      // Переход на запись со 2-м предложением

        ***** Занести в массив значения слов 2-го предложения
        Ar_List2 := {}
        M_ListWord = LOWER(ListWord)
        FOR w=1 TO NUMTOKEN(M_ListWord)
            M_Word = TOKEN(M_ListWord, w)
            IF ASCAN(Ar_List2, M_Word) = 0 // Исключение повторов слов
                AADD(Ar_List2, M_Word) // Добваление слова в массив
            ENDIF
        NEXT

        *** Получить слова и словоформы, ОБЩИЕ для обоих предложений
        *** (убрав повторы) и отсортировать их
        *** Определить словоформы с использованием расстояния Левенштейна
        Krs = 3                          // Критерий сходства словоформ
        Ar_m12 := {}                      // Массив общих словоформ
        FOR w1=1 TO LEN(Ar_List1)
            FOR w2=1 TO LEN(Ar_List2)
                *** Сравнение сходства двух слов или словоформ
                *** с использованием расстояния Левенштейна
                IF STRDIFF(Ar_List1[w1], Ar_List2[w2]) <= Krs

                    Flag_ins = .F.
                    ** Исключение тождественных повторов
                    IF ASCAN(Ar_m12, Ar_List1[w1]) = 0
                        Flag_ins = .T.
                    ENDIF
                    IF Flag_ins = .F.
                        *** Исключение повторов словоформ
                        *** т.е. сходных слов в массиве еще нет
                        LEN_Ar_m12 = LEN(Ar_m12)
                        n = 0
                        FOR k=1 TO LEN_Ar_m12
                            IF STRDIFF(Ar_m12[k], Ar_List1[w1]) > Krs
                                ++n
                            ENDIF
                        NEXT
                        IF n = LEN_Ar_m12 // Все имеющиеся в массиве слова не похожи
                            Flag_ins = .T.
                        ENDIF
                    ENDIF
                ENDIF
            ENDIF
        NEXT
    NEXT

```

```

                IF Flag_ins
                    AADD(Ar_m12, Ar_List1[w1])          // Добавление слова в массив
                ENDIF
            ENDIF
        NEXT
    NEXT

    ***** Сформировать переменную для записи в БД сходства слов
    M_m12 = ""
    FOR w=1 TO LEN(Ar_m12)
        M_m12 = M_m12 + Ar_m12[w] + " "
    NEXT

    IF LEN(Ar_m12) > 0                                // Если были общие слова
        SELECT SovList1
            DBGOTO(i);FIELDPUT(2+j, ALLTRIM(M_m12))    // Записать общие слова в БД совпадений
            DBGOTO(j);FIELDPUT(2+i, ALLTRIM(M_m12))    // Записать общие слова в БД совпадений
            SELECT Lingvsys                            // Сделать текущей БД исходных предложений
        ENDIF
    NEXT
NEXT

***** Расчет % сходства предложений на уровне слов: (% совпадающих слов
***** от суммарного количества уникальных слов обоих предложений)

SELECT SovList1

FOR i=1 TO N_Pred1                                  // Цикл по строкам предложениям

    DBGOTO(i)
    ***** Занести в массив значения слов 1-го предложения
    Ar_List1 := {}
    M_ListWord = FIELDGET(2+i)
    FOR w=1 TO NUMTOKEN(M_ListWord)
        M_Word = TOKEN(M_ListWord, w)
        AADD(Ar_List1, M_Word)                       // Добавление слова в массив
    NEXT

    FOR j=1 TO N_Pred1                                // Цикл по столбцам предложениям

        ***** Занести в массив значения слов 2-го предложения
        Ar_List2 := {}
        M_ListWord = FIELDGET(2+j)
        FOR w=1 TO NUMTOKEN(M_ListWord)
            M_Word = TOKEN(M_ListWord, w)
            AADD(Ar_List2, M_Word)                   // Добавление слова в массив
        NEXT

        *** Получить слова, ОБЩИЕ для обоих предложений
        *** (убрав повторы) и отсортировать их
        *** Определить словоформы с использованием расстояния Левенштейна

        Krs = 3 // Критерий сходства словоформ
        Ar_m12 := {} // Массив совпадающих словоформ обоих предложений

        FOR w1=1 TO LEN(Ar_List1)
            FOR w2=1 TO LEN(Ar_List2)

                *** Сравнение сходства двух слов или словоформ
                *** с использованием расстояния Левенштейна

                IF STRDIFF(Ar_List1[w1], Ar_List2[w2]) <= Krs

                    *** Исключение повторов словоформ, т.е. добавлять
                    *** только если сходных слов в массиве еще нет
                    LEN_Ar_m12 = LEN(Ar_m12)
                    n = 0
                    IF LEN_Ar_m12 > 0
                        FOR k=1 TO LEN_Ar_m12
                            IF STRDIFF(Ar_m12[k], Ar_List1[w1]) > Krs
                                ++n
                            ENDIF
                        NEXT
                    ENDIF
                    IF n = LEN_Ar_m12 // Все имеющиеся в массиве слова не похожи
                        AADD(Ar_m12, Ar_List1[w1]) // Добавление слова в массив
                    ENDIF
                ENDIF
            NEXT
        NEXT

        ***** Формирование массива уникальных слов
        ***** и словоформы, входящих в 1-е, 2-е или в оба предложения

        Ar_sum := {} // Массив всех уникальных словоформ обоих предложений
        FOR il=1 TO LEN(Ar_List1)
            AADD(Ar_sum, Ar_List1[il]) // Добавление слова в массив
        NEXT
        FOR il=1 TO LEN(Ar_sum)
            FOR j1=1 TO LEN(Ar_List2)
                *** Сравнение сходства двух слов или словоформ
                *** с использованием расстояния Левенштейна
                IF STRDIFF(Ar_sum[il], Ar_List2[j1]) <= Krs
                    *** Исключение повторов словоформ, т.е. добавлять слово
                    *** только если сходных слов в массиве еще нет
                    LEN_Ar_sum = LEN(Ar_sum)
                    n = 0
                    IF LEN_Ar_sum > 0
                        FOR k=1 TO LEN_Ar_sum
                            IF STRDIFF(Ar_sum[k], Ar_List2[j1]) > Krs
                                ++n
                            ENDIF
                        NEXT
                    ENDIF
                NEXT
            NEXT
        NEXT
    NEXT
NEXT

```

```

ENDIF
IF n = LEN_Ar_sum // Все имеющиеся в массиве слова не похожи
  ADD(Ar_sum, Ar_List2[j1]) // Добавление слова в массив
ENDIF
ENDIF
NEXT
NEXT

** Занесение информации в ЕД % сходства предложений на уровне слов
IF LEN(Ar_sum) > 0
  SELECT SovPercl
  DBGOTO(i);FIELDPUT(2+j, LEN(Ar_m12)/LEN(Ar_sum)*100)
  DBGOTO(j);FIELDPUT(2+i, LEN(Ar_m12)/LEN(Ar_sum)*100)
  SELECT SovList1
ENDIF
NEXT
NEXT

Mess = "Исследование пересечений лингвистических систем успешно завершено !!!"
@20, 40-LEN(Mess)/2 SAY Mess COLOR "w+/n"
INKEY(0)
INKEY(0)

RESTSCREEN(0,0,24,79,g_buf)
QUIT

```

Более развитые подходы, основанные на АСК-анализе, в которых символы имеют *различный* вес для идентификации слов (в различной степени характерны для слов или *принадлежат* словам), а слова – *различный* вес для идентификации текстов (в различной степени характерны для текстов или *принадлежат* текстам), и *эти веса вычисляются на основе примеров (и эти функции принадлежности вычисляются непосредственно на основе эмпирических данных)*, были апробированы автором при решении задач идентификации слов по входящим в них буквам [27] и атрибуции анонимных и псевдонимных текстов [28].

Итак, сделаем некоторые обобщения.

Две системы тождественны, если тождественны все их элементы на всех уровнях иерархии.

Если есть две системы, то в них могут входить различные 0-тождественные элементы-подсистемы. Это означает, что на 0-м уровне иерархии эти системы могут иметь *пересечение в смысле теории множеств*, а на последующих уровнях иерархии его может и не быть.

Определение 10: *пересечением* двух систем является система, состоящая из элементов, являющихся пересечением на каждом из имеющихся иерархических уровней этих систем.

Выводы

Ранее автором была обоснована программная идея системного обобщения математики и сделан первый шаг по ее реализации: предложен вариант *системной теории информации* (СТИ). В данной статье осуществлена попытка – сделать второй шаг в том же направлении: рассматривается один из возможных подходов к системному обобщению математического понятия *множества*, а именно – подход, основанный на системной теории информации. Предполагается, что этот подход может стать основой для системного обобщения теории множеств и создания математической теории систем.

По ходу обсуждения сформулированных задач и подходов к их решению было выяснено, что в современной науке *уже созданы* научные теории (более того, они общепризнанны), которые хорошо вписываются в предложенную программную идею системного обобщения математики как *элементы мозаики в общую картину*, контуры которой мы и пытались нащупать. В дальнейшем при реализации предложенной программной идеи системного обобщения математики эта мозаика будет дополняться новыми элементами и, в конце концов, мы увидим всю картину в целом.

Так что же это за теории?

Прежде всего, это общая теория относительности (ОТО) Альберта Эйнштейна, основанная на общей идее о том, что *физические явления можно описывать свойствами пространства – времени*, например, *гравитацию можно рассматривать как искривление пространства*. В последующем эта идея получила развитие в работах по геометродинамике Дж. Уиллера, однако, описать другие физические явления с помощью геометрии оказалось на данном этапе затруднительным, что, по мнению автора, обусловлено, в том числе, недостаточной развитостью самой геометрии, в частности *бедностью набора свойств геометрических объектов*. Будем надеяться, что разработка *системного обобщения геометрии* позволит кардинально преодолеть эту проблему и *описать свойства физических (да и других) объектов и явлений как эмерджентные свойства геометрических систем, лежащих в их основе и этими свойствами не обладающих*. Если эту идею довести до логического конца, то будет стерта непреодолимая граница между математикой и физикой, математикой и другими науками. С учетом того, что системная геометрия и системная теория информации оказываются тесно взаимосвязанными, можно высказать следующую гипотезу, которая кажется вполне обоснованной: *любые процессы и явления внутреннего и внешнего мира независимо от их природы можно рассматривать как информационные процессы, в которых объекты информационно взаимодействуют друг с другом с помощью каналов связи с определенными характеристиками, и при этом, соответственно, выделяется или поглощается энергия, изменяется уровень организации, уровень системности взаимодействующих объектов, изменяется их структура и функции (свойства)*. Для целенаправленного изменения структуры и функций объектов и явлений любой природы, в т.ч. квантовых, можно использовать методы и средства теории автоматизированного управления, применяя при этом для воздействия на объекты с целью управления ими информационные, по своей природе, управляющие факторы (отметим, что эта идея в развитой форме была высказана и реализована еще в 1984 году⁴). Таким об-

⁴ Бутковский А.Г., Самойленко Ю.И. Управление квантово-механическими процессами. – М.: Наука, 1984. – 250 с.

разом, теория информации, ее идеи и методы могут проникнуть во все области науки и практики, т.к. информация – это предельно общая категория, даже более общая, чем категории "бытие и небытие", "материя и сознание", так как что бы мы не говорили об этих или других категориях, мы, прежде всего, обмениваемся информацией об их содержании и строим их информационные модели.

Это и фрактальная геометрия Бенуа Мандельброта, в которой, пожалуй, впервые в геометрии со времен Евклида коренным образом изменено представление о геометрических объектах в бесконечно-малом, обобщено представление о размерности пространства, стали систематически рассматриваться эмерджентные свойства геометрических систем.

Это и теория нечетких множеств Лотфи Заде, в которой может быть еще не вполне осознанно и целенаправленно, но были *обогащены* свойства математических множеств, в результате чего, по сути, нечетким множествам были приписаны отдельные свойства систем.

Все это вселяет надежду, что программная идея системного обобщения математики является вполне оправданной и обоснованной, и у нее есть перспективы применения и развития, т.е. *действительно может быть получено системное обобщение любого математического понятия, основанного на понятии множества, любой области математики, основанной на теории множеств, путем тотальной замены понятия "множество" на более общее понятие "система" и прослеживания всех последствий этого*. То, что эта надежда не беспочвенна, подтверждается не только существованием уже перечисленных выше общепринятых теорий, но и появлением целого ряда новаторских работ, подобных работам [30, 31, 32], демонстрирующим качественно новый уровень понимания проблем, связанных с системами и информацией.

Замечание по вопросу о названии "Системного обобщения теории множеств", возможность которого мы обсуждали в данной статье. Для этого обобщения были бы очень удачны термины: "Математическая теория систем" или "Информационная теория систем", однако эти термины уже есть в арсенале науки [24, 25], и при этом в них вкладывается *иное* смысловое содержание. Поэтому, видимо, придется либо несколько *переосмыслить* это содержание (что кажется более рациональным, т.к. в науке постоянно происходит процесс переосмысления ее содержания), либо научное направление, к которому относится данная статья, так и называть: "**Системное обобщение теории множеств**".

В **заключение** хотелось бы отметить, что автор полностью осознает весьма *спорный характер* высказанных в данной работе мыслей и положений, но все же изложил их потому, что считает их *интересными*, поэтому все эти мысли и положения высказываются здесь *исключительно* в порядке обсуждения и ни в коей мере не претендуют на какую-либо полноту и завершенность.

Литература

1. Луценко Е.В. Автоматизированная система распознавания образов, математическая модель и опыт применения // В.И. Вернадский и современность (к 130-летию со дня рождения): Тезисы научно-практической конференции. – Краснодар: КНА, 1993. – С. 37–42.
2. Луценко Е.В. Автоматизация когнитивных операций системного анализа // Проблемы совершенствования систем защиты информации, энергоснабжения военных объектов и образовательных технологий подготовки специалистов: Материалы II межвузовской научно-технической конференции. – Краснодар: КВИ, 2001. – С. 131–133.
3. Луценко Е.В. Автоматизированный когнитивный системный анализ фондового рынка // Проблемы экономического и социального развития России: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: ПГУ, 2001. – С. 206–209.
4. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ детерминистско-бифуркационной динамики активных систем // Проблемы совершенствования систем защиты информации, образовательного процесса и электроснабжения военных объектов: Межвузовский сборник научных работ. – 2002. – №3. – С. 50–53.
5. Луценко Е.В. Исследование адекватности, сходимости и семантической устойчивости системно-когнитивной модели активных объектов // Проблемы совершенствования систем защиты информации, образовательного процесса и электроснабжения военных объектов: Межвузовский сборник научных работ. – 2002. – №3. – С. 64–70.
6. Луценко Е.В. Интерференция последствия выбора в результате одновременного осуществления альтернатив и необходимость разработки системной (эмерджентной) теории информации // Проблемы совершенствования систем защиты информации, образовательного процесса и электроснабжения военных объектов: Межвузовский сборник научных работ. – 2002. – №3. – С. 72–74.
7. Луценко Е.В. Теоретические основы системной (эмерджентной) теории информации // Проблемы совершенствования систем защиты информации, образовательного процесса и электроснабжения военных объектов: Межвузовский сборник научных работ. – 2002. – №3. – С. 84–93.
8. Lutsenko E.V. Conceptual principles of the system (emergent) information theory & its application for the cognitive modelling of the active objects (entities). 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence System (ICAIS 2002). –Computer society, IEEE, Los Alamos, California, Washington-Brussels-Tokyo, p. 268-269. <http://csdl2.computer.org/comp/proceedings/icaais/2002/1733/00/17330268.pdf>.
9. 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.
10. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальностей 351401 и 351402. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – 633 с.
11. Луценко Е.В. Расчет эластичности объектов информационной безопасности на основе системной теории информации // Безопасность информационных технологий. – М.: МИФИ, 2003. – № 2. – С. 82–90.
12. Луценко Е.В. Концептуальные основы системной (эмерджентной) теории информации и ее применение для когнитивного моделирования активных объектов // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – Та-

- ганрог: ТГРТУ, 2003. – № 1. – С. 23–27. – Режим доступа: <http://pitis.tsure.ru/files13/5.pdf>.
13. Луценко Е.В. Нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета, как инструмент системно-когнитивного анализа // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Приложение № 3. – 2003. – С. 3–12.
 14. Луценко Е.В. Математический метод СК-анализа в свете идей интервальной бутстрепной робастной статистики объектов нечисловой природы // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(3). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/13/p13.asp>.
 15. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(5). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/04/p04.asp>.
 16. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(11). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/19/p19.asp>.
 17. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(21). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>.
 18. Луценко Е.В. Существование, несуществование и изменение как эмерджентные свойства систем // Квантовая Магия. – 2008. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 1215–1239 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>.
 19. Луценко Е.В. Программная идея системного обобщения математики и ее применение для создания системной теории информации // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №2(36). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/11.pdf>.
 20. Луценко Е.В. Семантическая информационная модель СК-анализа // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №2(36). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/12.pdf>.
 21. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы, фракталы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sceptic-ratio.narod.ru/ma/dm4-3.htm>.
 22. Мандельброт Бенуа. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
 23. Н. ДЖ. А. СЛОЭН. Scientific American · Издание на русском языке. – 1984. – № 3. – МАРТ. – С. 72–82. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://egamath.narod.ru/Nquant/Spheres.htm>.
 24. Калман, Р. Очерки по математической теории систем / Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб; . Перев. с англ. – М.: Мир, 1971. – 400 с.
 25. Шилейко, А.В. Введение в информационную теорию систем / А.В. Шилейко, В.Ф. Кочнев, Ф.Ф. Химушин. – М.: Радио и связь. 1985. – 280 с.
 26. Луценко Е.В. Неформальная постановка и обсуждение задач, возникающих при системном обобщении теории множеств на основе системной теории информации (Часть 1-я: задачи 1–3) // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №3(37). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/03/pdf/12.pdf>.
 27. Луценко Е.В. Идентификация слов по входящим в них буквам с применением системно-когнитивного анализа // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. –

- Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(4). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/12/p12.asp>.
28. Луценко Е.В. Атрибуция анонимных и псевдонимных текстов в системно-когнитивном анализе // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(5). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/03/p03.asp>.
 29. Перегудов, Ф.И. Введение в системный анализ: Учебное пособие / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высшая школа, 1997. – 389 с.
 30. Лачинов, В.М. Информодинамика или путь к Открытому миру / В.М. Лачинов, А.О. Поляков – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. – 432 с. – Режим доступа: <http://www.polyakov.com/informodynamics/index.html>.
 31. Тактаев С. Теория пространства понятий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.taktaev.com/russian/cnp>.
 32. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации: общая характеристика и примеры использования. [Электронный ресурс]. – Режимы доступа: <http://vbvnbv.narod.ru/>
http://inftech.webservis.ru/it/information/Vyatkin/ar_02/index.html.

Для удобства читателей некоторые из этих работ размещены по адресу:
[http://lc.kubagro.ru/aidos.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Eidos.htm).