



ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИИ

Д.т.н., проф. Т. Л. Качанова, д.т.н., проф. Б. Ф. Фомин

*кафедра автоматике и процессов управления,
факультет компьютерных технологий и информатики,
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*

Консорциум «Институт стратегических разработок»

<http://www.isd-consortium.ru>

телефон/факс: (812) 297-2124

моб. телефон: +7(921) 320-1764

E-mail: fomin@acea.neva.ru или bfomin@mail.ru



Решена общая задача естественной системной классификации для сложных предметных областей.

Решение получено на основе физики открытых систем.

Базой решения служит научно-достоверное онтологическое знание, извлекаемое из многомерного гетерогенного эмпирического описания классификационного поля.

В опоре на это знание для каждого класса определена его онтология:

архетип, существенные признаки, прототип класса, морфологии класса.

Приведены примеры применения полученного решения.



Обмениваются со средой веществом, энергией, информацией.

Обладают фундаментальной сложностью.

Природные, общественные, антропогенные и сложные технические системы рассматриваются как открытые.

.



Познает системы в естественном масштабе и реальной сложности.

Извлекает научно-достоверное знание об открытых системах из больших массивов слабоструктурированных полимодальных гетерогенных эмпирических данных.

Раскрывает онтологию систем – закономерности устройства, многообразие и взаимозависимость структурных инвариантов, множественные внутрисистемные взаимодействия, отвечающие за системообразование и морфогенез.

Решает общесистемные и конкретно-предметные задачи на основе знания.



Носят всеобщий характер.

Отвечают аксиомам систем.

Имеют в своей основе системообразующие симметрии и закономерности.

Производятся из эмпирических описаний систем без обращений к экспертному знанию, субъективному анализу и интерпретациям.

ФОС : ПУБЛИКАЦИИ – КНИГИ, ПРЕПРИНТЫ





В основу концепции рационального классифицирования на базе онтологий положены три идеи:

- 1) Разнообразие классифицируемых объектов имеет в своей основе смысловое единство этих объектов на онтологическом уровне.
- 2) Научный метод ФОС раскрывает онтологию системы.
- 3) Научный метод системной естественной классификации строит классификационную систему на базе знания онтологии классов.



Знание о показателях. Каждый показатель характеризуется именем, значениями, системными атрибутами. Главная функция показателя — функция различения.

Знание об эталонах. Каждый эталон представлен структурированным набором показателей с определенной морфологией. Эталон выражает состояние одного уникального собственного качества системы как части целого и всего целого в условиях этой части. В этом состоянии гармонизированы уровни значений всех показателей, детерминирующих собственное качество системы, и раскрыт смысл этого качества. Главная функция эталона — номинативная (именование состояния качества).

Знание о состояниях. Каждое актуальное состояние системы представлено моделью актуального состояния (реконструкцией состояния). Реконструкции состояния — база решения задачи классификации. Реконструкция представляет систему как единое целое, порожденное уникальной «сборкой» эталонов системы, определяющей внутрисистемные механизмы, детерминирующие данное состояние. Значение каждого показателя в реконструкции состояния моделируется определенным набором эталонов, формирующих изменчивость данного показателя. Значения показателей кодируются уровнями величин на специальной шкале уровней (эмерджентное проявление определенного свойства в данном состоянии).



ИСКУССТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ – формально-рациональная, описательно-распознавательная, дескриптивная, *экстенсиональная*.

ЕСТЕСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ – структурная, сущностная, *интенсиональная*.

Привилегированная систематика, установленная самой природой.
Объективно передает смыслы классов.
Обеспечивает достоверность общих утверждений о каждом классе.
Раскрывает сущность классифицируемых объектов и с высокой надежностью предсказывает их свойства.



Интенсионал предиката есть экспликация того, что интуитивно понимается под смыслом.

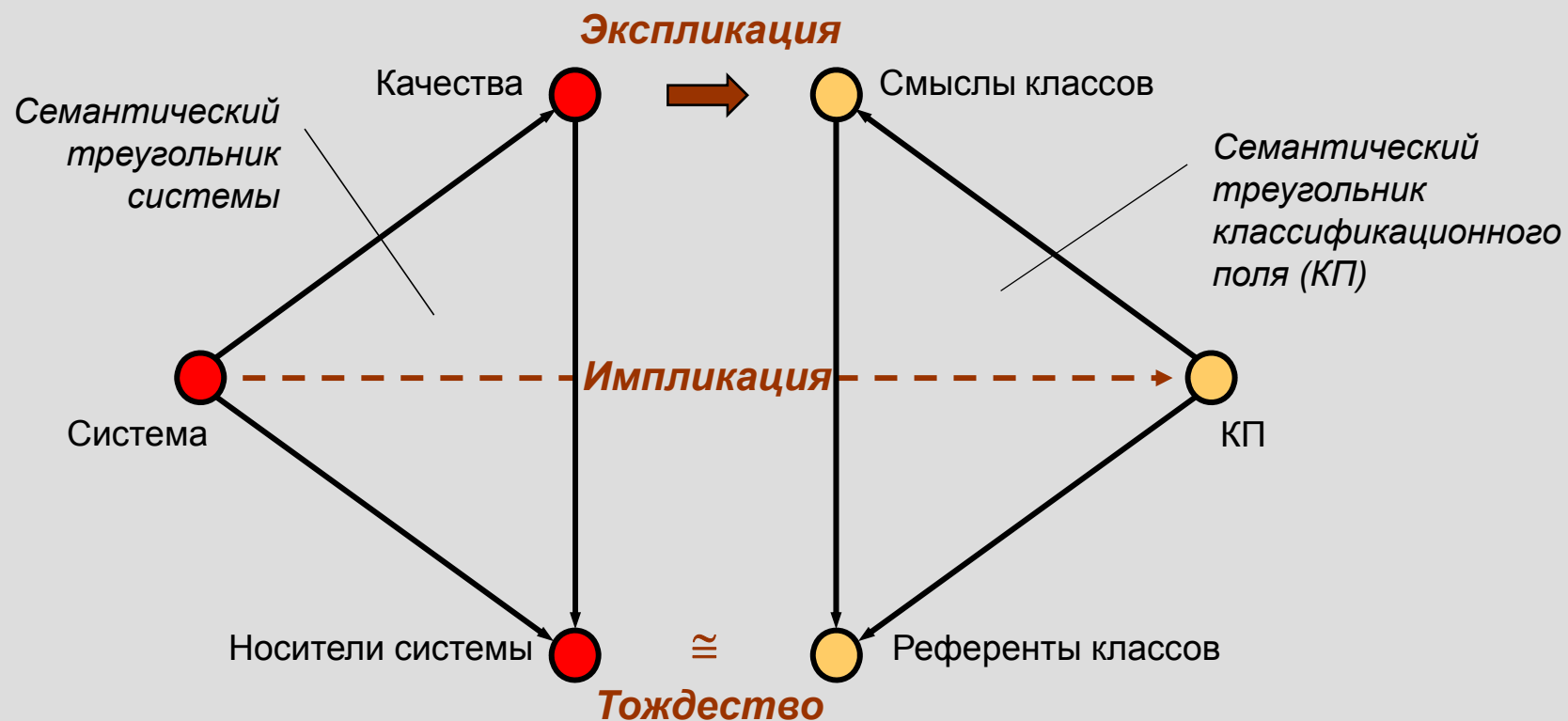
Интенсиональный подход расширяет классификационное поле (КП) до классификационного универсума, состоящего не только из наличных, но и из всех мыслимых объектов.

Интенсиональный подход рассматривает структуру естественных классификационных признаков — архетип класса.

Основание для естественной классификации — знание онтологии предметной области, в рамках которой создается классификационная система.

Примеры

1. Таблица Д.И. Менделеева.
2. Заманчивая цель физики элементарных частиц — построение теории о кварковой структуре частиц, позволяющей описать все существующие и возможные элементарные частицы.





Семантический треугольник системы — идея онтологии «Системы КП»:

имя системы (знак); множество носителей (значение знака); множество качества системы (смысл).

Семантический треугольник КП — идея онтологии КП:

имена классов (знак); референты классов (значение знака); содержание классов (смысл)

Связь «Тождество» — *Референты КП – носители состояния системы КП*

Связь «Импликация» — *«Система КП» проявлена в КП.*

Связь «Экспликация» — *Качества «Системы КП» переходят на свойства классов, проявляющие их смыслы*

Носители системы КП — *Не имеют признака принадлежности к классу.*

Набор признаков — *Единый для референтов, полный, представительный*

Шкалы измерения — *Количественные, качественные.*

Система КП — *Гетерогенная.*



КП исходно задано именами и референтами классов

Семантический аспект исследования

Онтология «Системы КП» эксплицирована в онтологию архетипа КП через свойства классов, типы и структуры отношений между свойствами.

Денотативный аспект исследования

Архетип КП эксплицирован в идеальные представители классов, на основе которых устанавливается морфология классов.

Устройство КП раскрывается в трех планах

Семантический план

Интенсионалы классов, интенционал КП.

Денотативный план

Структурированные объемы классов (экстенсионалы), структурированный объем КП (экстенционал КП).

Оценочный план

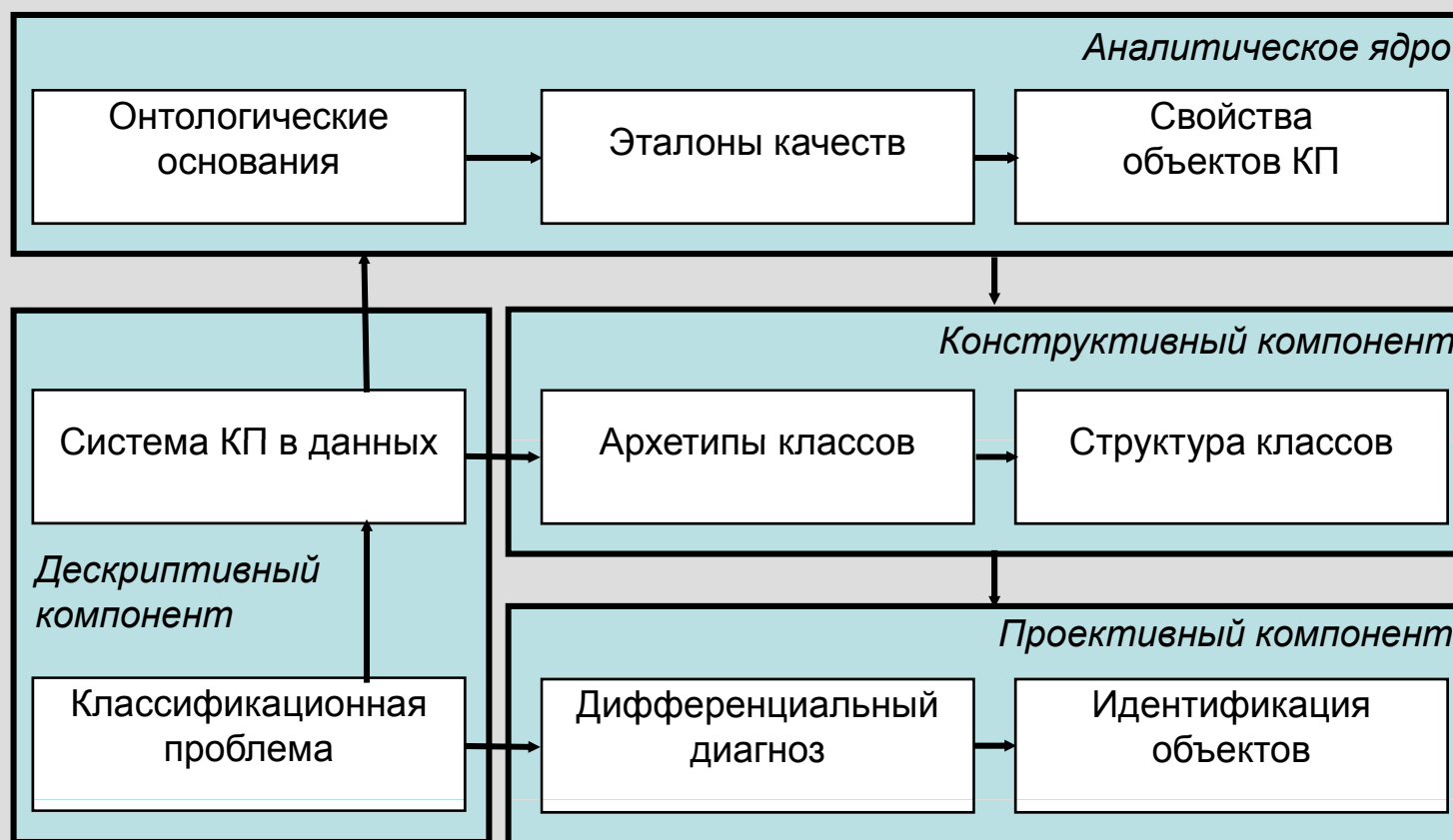
Качество классификации.



Сложные предметные области

Большое количество сходств внутри групп референтов КП

Значительное разнообразие специфические формы референтов





Дескриптивный компонент

«Система КП в данных».

Аналитическое ядро

Производит онтологическое знание из «Системы КП в данных»,
Анализирует аксиологию(ценность, правильность, полнота, завершенность)
полученного знания.

Конструктивный компонент

Трансформирует онтологическое знание о «Системе КП» в «Системную
онтологию классов» (связь «Экспликация»).

Использует в качестве ключевых понятий архетип класса («Интенсионал») и
структурированный объем класса («Экстенсионал»).

Проективный компонент

Решает на основе знания системной онтологии классов конкретно-
прикладные задачи дифференциальной диагностики и идентификации
объектов.



Создан научный метод анализа системного смысла классов.

Предложена модель конструктивного подхода к познанию смысла понятия «Класс КП»

Градации категории «Онтология классов»	Градации категории «Представление классов»		
	Целое	Частное	Конкретное
Онтология «Системы КП»	Носительство качеств	Ядерность	Системная градуация величин
Интенсионал	Архетип	Партон	Класс
Экстенсионал	Таксон	Прототип	Признак

Входы модели:

Имена классов. Референты классов. Онтология «Системы КП».



1. КП исходно представлено как «Система в данных».

Референты классов образуют эмпирические описания актуальных состояний системы.

2 «Система в данных» *не выделяет обучающую и тестовую выборки* референтов классов.

Задача решается на основе знания онтологии системы, извлекаемого из полной и представительной целокупности данных.

Полученное знание *распространяется на весь универсум*, обеспечивает научное понимание и рациональное объяснение принадлежности любого референта КП к определенному классу.

3. Информация о принадлежности референтов к классам *при производстве онтологического знания не используется*.

4. Онтология системы *содержит знание об онтологии КП*.

5. Экспликация *развивает номинативную функцию языка систем*, разработанного в ФОС, обеспечивающую обозначение классов КП;

6. Интенционал КП раскрывается в опоре на идеи:

Гомологичности — Распространению смыслов системных гомологов на инвариантные части форм воплощения эталонов.

Доминантности — Способности системных гомологов различать классы.

Совместимости — Чистоте проявления системных гомологов на группах референтов класса.

Частотности — Мере характерности системных гомологов для класса.

Референтной соотнесенности — Наличия носителей смыслов каждого конкретного класса.

Экстенционал КП строится на идеях:

Прототипичности — Существования для каждого класса идеального объекта, обладающего характерными свойствами класса).

Сходности — гомоморфизма прототипа и объектов класса.



СИСТЕМНЫЙ СМЫСЛ КЛАССОВ РАЗВЕРНУТ ПО КАТЕГОРИЯМ «ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КЛАССОВ» И «ОНТОЛОГИЯ КЛАССОВ»

«Представление классов» – разные формы выражения смысла классов:

- «Целое» — Системная онтология классов
- «Частное» — Неделимые смысловые единицы онтологии классов
- «Конкретное» — Денотаты классов

«Онтология классов» – этапы смыслового анализа классов КП:

- Онтология «Системы КП» — База смыслового анализа классов.
- «Интенсионал» — Семантический компонент КП.
- «Экстенсионал» — Денотативный компонент КП.



«Системная градуация величин»

Примитивы описания референтов КП в единой шкале измерений (прямая связь классов с величинами).

«Ядерность»

Все эталоны качеств системы КП (база для выявления инвариантов семантического компонента КП).

Эталоны качеств выражают через примитивы системной градуации величин уникальный интегральный и дифференциальный смысл «Системы КП».

Интегральный смысл каждого эталона качества выражен в его ядре.

Неделимые смысловые единицы «Системы КП», имеют свои референты в КП.

«Носительство качеств»

«Корпус текстов»: Описывает каждый референт КП полной уникальной системно обусловленной сборкой ядерностей, связанных взаимодействиями.

База формирования семантически сочетаемых сборок ядерностей, выполняет по отношению к классам номинативную функцию.



«Класс»

Элемент КП, имеет имя, представлен референтами класса.

Системное знание распределено по классам.

Для каждого класса установлены ядерности и показатели, доминирующие в этом классе.

Принцип структурирования – референтная соотнесенность смысловых моментов класса.

«Партон»

Характерные смысловые моменты класса.

Сборки ядерностей первого, второго, третьего и т.д. рангов.

Ранг партона – количество ядерностей в его составе.

Виды связи ядерностей – отношения «Соединение» и «Подчинение».

«Архетип»

Структура партон (реконструкция семантического компонента класса).

Имеет горизонтальное и вертикальное измерения.

В вертикальном измерении определены центр, ядро и периферия.

Партон образуют вертикаль через отношения «Включение», «Наследование», «Подобие».

Горизонтальное измерение – моно- или полиморфизм класса.

По горизонтали партон вступают в отношения «Тождество» или «Антиномия».

Архетип класса развивается в понятие архетипа КП в целом через иерархические отношения («Часть – целое», «Вид – род»).



«Признак»

Свойство, объективно присущее референтам КП.

Значения признаков референтов дискретны (системная градуация).

Выявлены признаки–маркеры, способные выделять класс в КП.

Каждый маркер имеет вес (меру) для различения класса.

«Прототип»

Идеализированный объект – чисто и полно выражает идею архетипа через набор признаков-конституентов класса.

Признак-конституент класса входит в центр архетипа класса и служит маркером этого класса.

Признаки могут быть носителями родовидовых отношений.

Прототип – центр денотативного компонента класса, в котором идея архетипа класса оформлена через ее носители.

Прототип имеет:

Статутные признаки (наиболее существенные для референтов класса).

Периферические признаки (характерные для малых групп референтов класса).

«Таксон»

Устройство классов в КП:

Область центра (прототип класса).

Область ядра (референты-аналоги прототипа).

Околоядерная область (близкие к прототипу (типичные) референты).

Области близкой и дальней периферии (референты, слабо связанные с прототипом).

Смежная область (референты, принадлежность которых к данному классу сомнительна).



Понятия модели

«Системная градуация величин»

«Ядерность»

«Класс»

«Партон»

«Архетип»

«Признак»

«Прототип»

«Таксон»

Объекты метода

— «Высокий (низкий) уровень значений величин»

— «Системная модель референта»

— «Обучающая выборка»

— «Формализованный дескриптор»

— «Структурно-смысловая модель»

— «Аспект»

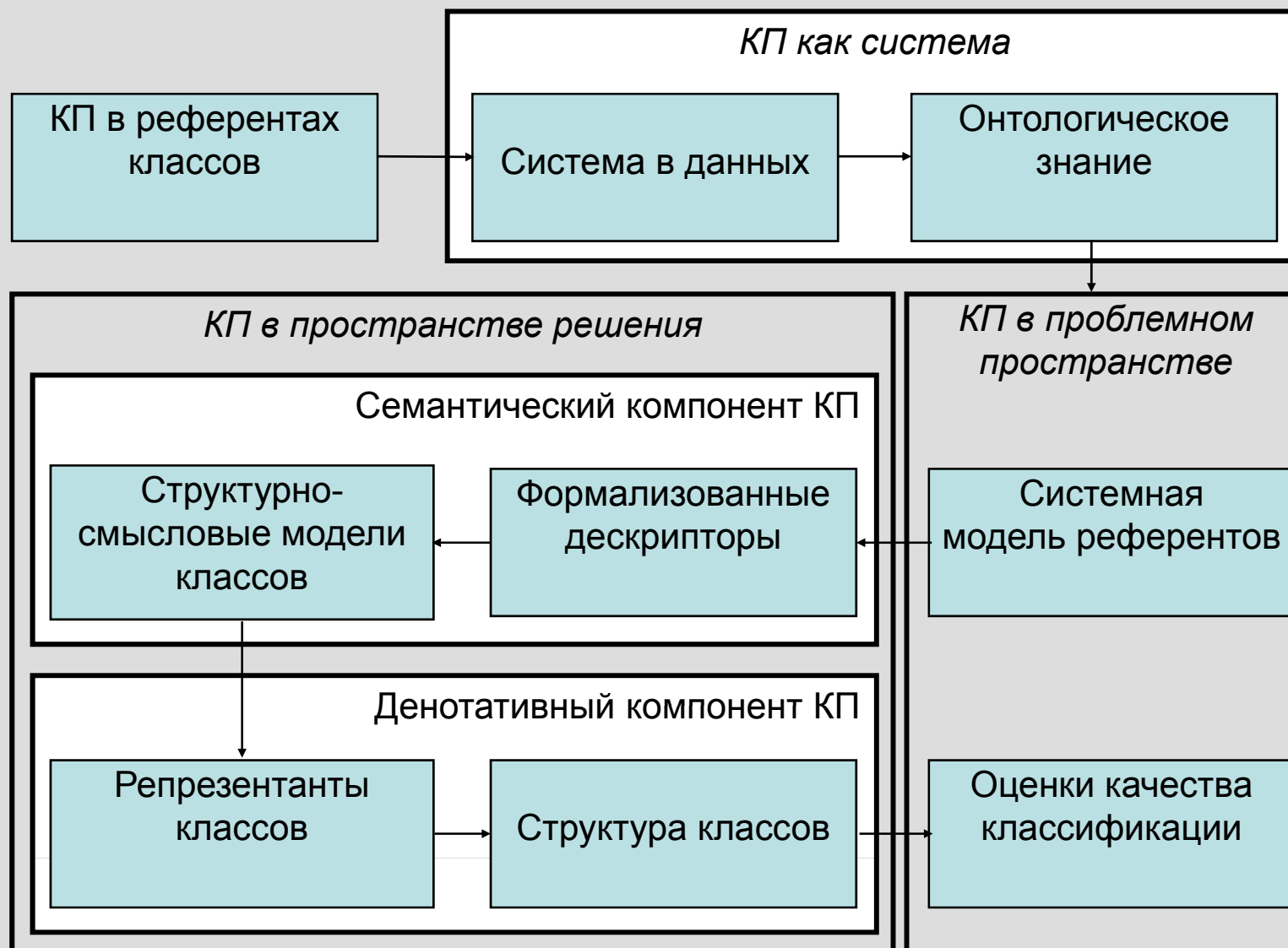
— «Репрезентант»

— «Структура класса»

«КП в референтах классов» и *«КП как система»* определяются на основе ФОС и служат онтологической базой решения задачи.

«КП в пространстве решения» включает семантический компонент (интенционал КП) и денотативный компонент (экстенционал КП).

«КП в проблемном пространстве» отвечает на вопрос о возможности решения задачи на основе онтологии «Системы КП» и характеризует качество полученного решения.





Онтологическое знание о системе КП: «Системная градуация величин», «Ядерность», «Носительство качеств».

«Системная модель референтов» в проблемном пространстве задачи:

Эталоны, распространяющие свойства уникальных качеств системы на конкретные классы, (работают положения о гомологии и доминантности).

Ядерные компоненты эталонов есть инварианты всех форм проявления изменчивости конкретного состояния качества системы.

Показатели из ядерных компонентов измерены на единой 2-х пунктовой шкале системной градуации величин (Н (L) – высокий (низкий) уровень значений).

Показатели – существенны для описания класса, если они отвечают положению доминантности.



«Формализованный дескриптор» семантического компонента КП:

Знание об одном характерном значимом свойстве класса.

Ядерный компонент – минимальная номинативная единица класса КП (формализованный дескриптор ранга 1), если он отвечает положениям чистоты, частотности, референтной соотнесенности.

Всевозможные сочетания пар, троек, и т. д. ядерных компонентов – соответственно формализованные дескрипторы 2-го ранга, 3-го ранга и т. д. (Создаются при неполной референтной соотнесенности всего набора минимальных номинативных единиц.)

Составность формализованного дескриптора из нескольких частей обусловлена гетерогенностью класса. Распределение дескрипторов по рангам подчиняется закону Ципфа – Мандельброта.

«Структурно-смысловая модель» семантического компонента КП:

Раскрывает онтологию класса КП.

Иерархическая структура формализованных дескрипторов, связанных отношениями тождества, антиномии, включения, наследования, подобия.

Имеет центр, ядро и периферию.



«Репрезентант» денотативного компонента КП:

Образцовый объект класса, наделенный всеми существенными и отличительными признаками класса (положение прототипичности).

Задается набором характерных показателей с установленными для них уровнями значений, через которые в предельном виде передаются свойства класса.

«Структура класса» денотативного компонента КП:

Устройство каждого класса и КП в целом.

Выделяет центр, ядерную и околядерную области, ближнюю и дальнюю периферию, а также смежные области в денотатах классов.

Определяет границы областей на основе отношения сходства (таксономической близости) объектов-референтов с репрезентантами классов.

«Оценки качества классификации» в проблемном пространстве:

Знание об объеме, глубине и качестве построенной онтологии классов КП.



Система «ToxEffects» – токсические эффекты отравлений людей фосфорорганическими веществами.

Класс 1/ 200: вещества (дихлорфос, хлорофос), содержащие атомы хлора.

Класс 2/118: вещества (карбофос, метафос, тиофос), содержащие атомы серы.

Класс 3/82: вещества (V-газы, зарин, зоман), содержащие атомы фтора.

Система «Secom» – процесс производства полупроводниковых изделий (ППИ).

Класс 1/1463 – годные ППИ.

Класс 2/104 – бракованные ППИ.

Система «Numbers» – графические образы рукописных цифр.

Каждая цифра – класс: Класс 0/200, Класс 1/200, ..., Класс 9/200.

Система «Leuco» – геномные данные двух типов лейкемии:

Класс 1/48 – AML (острый миелоидный лейкоз).

Класс 1/25 – ALL (острый лимфобластный лейкоз).



Объемы классов – десятки, сотни, тысячи референтов.

Пропорциональный состав классов – различный.

Система «ToxEffects» – 90% качественных показателей,

Системы «Secom», «Numbers», «Leuco» – 100 % количественных показателей.

Классы в **системе «ToxEffects»** – условны, определены экспертами по характерному химическому элементу.

Класс бракованных изделий в **системе «Secom»** – установлен тестовыми процедурами, класс годных изделий – неоднородный.

Классы **системы «Numbers»** – очевидны.

Классы **системы «Leuco»** – установлены согласно общепринятой диагностики.

Задачи классификации для систем **«Numbers»** и **«Leuco»** решены методами искусственной классификации.

Задачи классификации для систем **«ToxEffects»** и **«Secom»** удовлетворительных решений не имеют.



Система «ToxEffects». ISTC Project №2345, 2002-2004. “Developing a Computer Software Program: Differential Diagnosing of Acute Poisoning Cases with Organic Phosphate Substances” (НИИГТП (Волгоград –Консорциум «Институт стратегических разработок»).

Система «Secom» . Machine Learning Repository, UCI,

<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/SECOM>

Michael McCann, Yuhua Li, Liam Maguire, Adrian Johnston. Causality Challenge: Benchmarking relevant signal components for effective monitoring and process control. JMLR: Workshop and Conference Proceedings, n.6, 2010, p. 277-288

Система «Numbers». Machine Learning Repository,

UCI, <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Multiple+Features>

Robert P.W. Duin, David M.J. Tax. Experiments with Classifier Combining Rules. Lecture Notes in Computer Science, Volume 1857, 2000, p. 16-29.

Система «Leuco». URL: http://www.genome.wi.mit.edu/MPR/data_set_ALL_AML.html

Isabelle Guyon, Jason Weston, Stephen Barnhill, Vladimir Vapnik. Gene Selection for Cancer Classification using Support Vector Machines// Machine Learning. 46 (1-3), 2002. Pp. 389-422.

Загоруйко Н.Г., Борисова И.А., Дюбанов В.В., Кутненко О.А. Количественная мера компактности и сходства в конкурентном пространстве//Сибирский журнал индустриальной математики. 2010. Т. XIII. № 1. С. 59-71.



Оценки	ToxEffects	Secom	Numbers	Leuco
Число показателей	123	425	396	320
Число референтов	400	1567	2000	73
Число эталонов	356	1452	1324	720
Число моделей форм воплощения эталонов	283	1445	1310	686
Объем воплощенных эталонов	11443	170061	213379	4840
Доля реконструированных референтов	1	1	1	1
Доля объясненных показателей	0.90	0.994	0.96	0.997
Доля показателей с уровнем значения	0.999	0.997	0.99	0.9995

Все системы сложные.

Гетерогенность систем преодолена: получены представительные наборы эталонов и моделей форм воплощения эталонов.

Все референты в каждом классе реконструированы.

Изменчивость практически всех показателей промоделирована.

СОСТАВОВ ЯДЕРНОСТЕЙ ДВУХ ЭТАЛОНОВ (система «Leuco»).



Ядерность эталона «P1352 HL»			Ядерность эталона «P668 LR»		
Показатель	Системная роль	Уровень значений	Показатель	Системная роль	Уровень значений
P1352	О	Н	P668	О	L
P4094	Я	Н	P259	Я	Н
P6573	Я	Н	P6967	Я	Н
P5146	Я	Н	P2363	Я	Н
P1087	Я	Н	P1113	Я	Н
P4873	Я	Н	P3012	Я	Н
P2439	Я	Н	P2248	Я	Н
P5766	Я	Н	P1400	Я	Н
P4389	Я	Н	P3258	Я	Н
P4504	Я	Н	P3591	Я	Н
P6476	Я	Н	P5241	Я	Н
P5373	Я	L	P3135	Я	Н
—	—	—	P1352	Я	Н
—	—	—	P4069	Я	Н
—	—	—	P4053	Я	Н
Референты (класс 1)	50, 6, 55, 40, 1, 36, 42, 8, 48, 49		Референты (класс 2)	25, 71, 65, 64, 72, 67, 24, 23, 33, 22, 68	

Для каждого показателя:

О – особая вершина,
Я – вершина ядра,
Уровень значений.

Ядерность «P1352 HL»
имеет поддержку 10
референтов класса
«AML».

Ядерность «P668 LR»
имеет поддержку 11
референтов класса «ALL».

Всего эталонов – 720.

Число моделей
форм воплощения
эталонов – 686.

Объем воплощенных
эталонов – 4840



Оценки	ToxEffects	Secom	Numbers	Leuco
Доля доминантных показателей	0.70	0.24	0.97	0.98
Доля сильно-выраженных доминантных показателей	1.0	1.0	1.0	1.0
Доля доминантных ядерностей	0.38	0.19	0.93	0.61
Доля сильно-выраженных доминантных ядерностей	0.79	0.83	1.0	1.0

Системы «Numbers» и «Leuco», для которых решение получено методами искусственной классификации, оценки доминантности значительно лучше, чем для **систем «ToxEffects» и «Secom»**, не имеющих удовлетворительного решения.

Почти все показатели **систем «Numbers» и «Leuco»** способны различать классы и выражать системные свойства классов.

Классы в системах **«ToxEffects» и «Secom»** – сильно гетерогенны, предложенные эмпирические описания КП этих систем не в полной мере проявляют системные особенности назначенных классов.



Оценки	ToxEffects	Secom	Numbers	Leuco
Общее число формализованных дескрипторов	4315	2171	12168	250
Распределение формализованных дескрипторов по рангам:	—	—	—	—
1-й ранг	6	4	1	250
2-й ранг	448	1162	12095	0
3-й ранг	3852	1005	72	0
4-й ранг	9	0	0	0
Охват референтов	98%	96%	100%	100%

Распределение дескрипторов по рангам проявляет сложность различения классов в каждой системе.

Система «Leuco» – дескрипторы 1-го ранга имеет 100% поддержку референтов.

Система «Numbers» – дескрипторы 1- и 2-го рангов имеют 98% поддержку референтов.

Системы «ToxEffects» и «Secom» – дескрипторы построены не для всех референтов.

Описания классов сложные, особенно для системы **«ToxEffects»**.



ФРАГМЕНТ ОПИСАНИЯ

Класс	Ранг	Предикатная форма	Расширенная предикатная форма	Референтная поддержка
1	1	<i>P151 HL</i>	<i>P151↑ & P159↓ & P572↓ & P294↓</i>	22
	2	<i>P28 LL & P455 HL</i>	<i>P28↓ & P106↓ & P33↑ & P455↑ & P298↓ & P439↓ & P163↓</i>	60
	2	<i>P29 HL & P460 LL</i>	<i>P29↑ & P377↓ & P378↓ & P460↓ & P199↑ & P471↑</i>	74
2	2	<i>P337 HL & P585 LL</i>	<i>P337↑ & P239↑ & P445↓ & P546↓ & P79↓ & P585↓ & P57↑ & P294↑ & P97↑ & P67↓ & P61↓ & P71↓ & P546↓</i>	3
	3	<i>P220 HL & P412 LL & P554 HR</i>	<i>P220↑ & P11↑ & P551↑ & P412↓ & P278↑ & P143↑ & P554↑ & P96↑ & P364↑ & P226↑ & P498↑</i>	5

Всего: формализованных дескрипторов – 250, референтов – 1567.

ОПИСАНИЯ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ДЕСКРИПТОРОВ (для "ToxEffects")



ФРАГМЕНТ ОПИСАНИЯ

Класс	Ранг	Предикатная форма	Расширенная предикатная форма	Референтная поддержка
3	1	<i>Tachypn</i> LR	<i>Tachypn</i> ↓ & <i>Lowhem</i> ↑ & HEMOGLOB↓ & & <i>Distvis</i> ↑ & <i>G5</i> ↓	38
3	2	<i>Coma</i> LR & <i>G8</i> HL	<i>Coma</i> ↓ & <i>G17</i> ↓ & <i>WAYS</i> ↑ & <i>Distvis</i> ↑ & & <i>G8</i> ↑ & <i>G20</i> ↓ & <i>Motorexc</i> ↓ & <i>Disspace</i> ↓ & & & <i>Disorien</i> ↓ & <i>Edema</i> ↓ & <i>FS9</i> ↓ & <i>Cramps</i> ↓ & & & <i>Tachypn</i> ↓ & <i>G22</i> ↓ & <i>Breath</i> ↓ & <i>FS5</i> ↓ & & <i>G26</i> ↓ & <i>Light</i> ↓ & <i>Motoract</i> ↓ & <i>Cough</i> ↓	3
2	2	<i>G20</i> LL & <i>INTOXRNG</i> HR	<i>G20</i> ↓ & <i>Fear</i> ↓ & HEMOGLOB↑ & & <i>INTOXRNG</i> ↑ & <i>G9</i> ↑ & <i>FS4</i> ↑ & <i>FS6</i> ↑ & & <i>Hypoten</i> ↓ & <i>Erypenia</i> ↓	12
1	3	<i>Motoract</i> LL & <i>Hyperhid</i> LL & <i>Myofibri</i> LL	<i>Motoract</i> ↓ & <i>Vomit</i> ↑ & <i>G9</i> ↑ & <i>FS4</i> ↑ & <i>G5</i> ↑ & & <i>Nausea</i> ↑ & & <i>Hyperhid</i> ↓ & <i>Salivat</i> ↓ & & <i>Tearful</i> ↓ & <i>Myofibri</i> ↓ & <i>Edema</i> ↓ & & <i>Dizzines</i> ↑	22
1	4	<i>Bradicar</i> LR & <i>Vomit</i> LL & <i>White</i> LR & <i>Failresp</i> LR	<i>Bradicar</i> ↓ & <i>FS1</i> ↑ & <i>PULSE</i> ↑ & <i>Vomit</i> ↓ & & <i>Myofibri</i> ↑ & <i>FS7</i> ↑ & <i>Cyanotic</i> ↑ & <i>White</i> ↓ & & <i>SEX</i> ↓ & & <i>Pulrales</i> ↑ & <i>Bronchor</i> ↑ & & <i>Failresp</i> ↓ & <i>Abdompai</i> ↓ & <i>Adynamia</i> ↓	4
2	4	<i>Bradicar</i> LR & <i>Quieth</i> HL & <i>Highgem</i> LR & <i>Bradypn</i> LR	<i>Bradicar</i> ↓ & <i>FS1</i> ↑ & <i>PULSE</i> ↑ & <i>Quieth</i> ↑ & & <i>Pupilab</i> ↓ & <i>Cardiova</i> ↓ & <i>Breath</i> ↓ & <i>Chill</i> ↓ & & <i>Highgem</i> ↓ & <i>SEX</i> ↑ & <i>Vomit</i> ↓ & <i>G4</i> ↓ & & <i>Abdompai</i> ↓ & & HEMOGLOB↓ & <i>Preserv</i> ↓ & & <i>Bradypn</i> ↓ & <i>BREATHFR</i> ↑	3



ОЦЕНКИ СТРУКТУРНО-СМЫСЛОВЫХ МОДЕЛЕЙ КЛАССОВ

Оценки	ToxEffects верно	Secom	Numbers	Leuco
Общее число формализованных дескрипторов	4315	2171	12168	250
Охват референтов	98%	96%	100%	100%
Число дескрипторов ядра	946	1666	6642	194
Охват референтов	98%	96%	100%	100%
Число дескрипторов центра	100	226	326	10
Охват референтов	97%	96%	99.9%	100%

Структурно-смысловые модели своими смысловыми частями охватывают все (***системы Numbers u Leuco***) или почти все (***системы ToxEffects u Secom***) референты каждого класса.



Элементы модели — формализованные дескрипторы в предикатной форме.

Элемент высшего уровня — входит в ядро (или центр) модели.

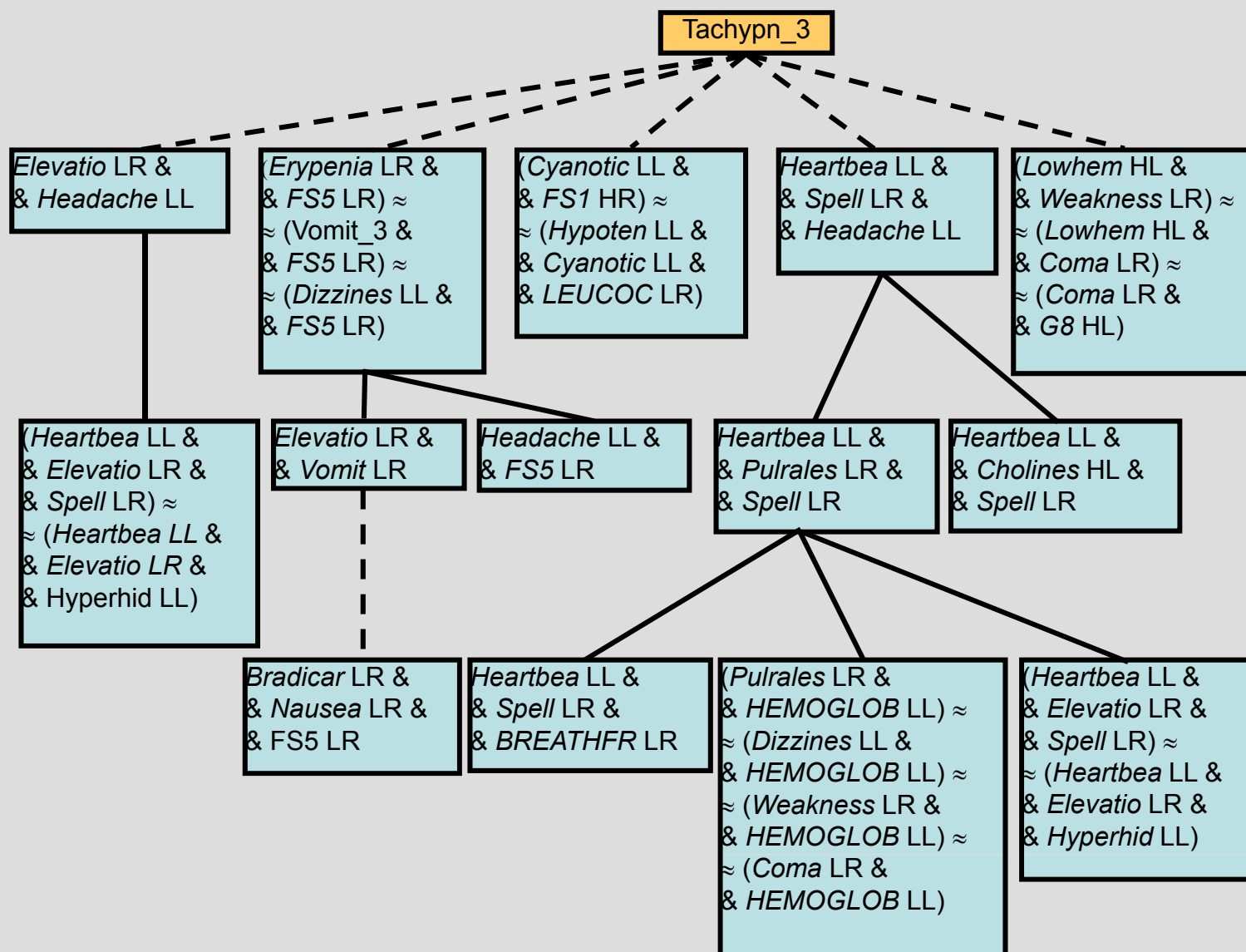
Отношения наследования дескрипторы-участники имеют общие ядерности.

Отношения подобия — дескрипторы-участники связаны моделями взаимодействия, выражающими системное сходство.

Дескрипторы тождественны, если их идентифицирующие референции эквивалентны.



ФРАГМЕНТ МОДЕЛИ КЛАССА для СИСТЕМЫ *ToxEffects*



РЕПРЕЗЕНТАНТЫ (ИДЕАЛЬНЫЕ ОБРАЗЦЫ КЛАССОВ)



РЕПРЕЗЕНТАНТЫ КЛАССОВ БАЗЫ «NUMBERS» (ФРАГМЕНТ)

Показатель	Класс									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pix2	L	L	L	H	L	L	L	H	L	L
Pix215	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L
Zern18	H	L	L	L	L	H	H	L	H	H
Pix26	H	L	–	H	L	H	L	H	L	H
Pix27	–	H	H	H	L	L	L	H	L	H
Pix53	L	H	L	H	–	L	H	L	L	L
Pix66	H	H	L	–	H	H	H	L	H	L
Pix67	L	H	L	H	H	H	L	L	–	L
Pix77	H	L	H	L	L	H	H	L	–	H
Pix78	H	L	H	L	L	H	H	–	H	H
Pix86	H	H	–	H	L	H	L	H	H	H
Pix100	L	H	H	H	L	L	L	H	–	H
Pix110	H	H	L	L	–	L	H	L	H	H
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Всего	189	190	149	195	158	247	208	192	229	184

Репрезентанты попарно различны **по количеству, составу и уровням значений показателей**.

Формализованные дескрипторы репрезентанта – **синтетические «естественные» признаки**.

Наборы уровней значений признаков — уникальные.

Наблюдаемые (измеряемые) маркеры класса — не являются естественными признаками,
выражают существенные свойства, объективно присущие референтам классов.

СХОДСТВО РЕФЕРЕНТОВ С РЕПРЕЗЕНТАНТАМИ (система *Leuco* (ФРАГМЕНТ))

Класс	Референ т	Класс «ALL»		Класс «AML»	
		Меры сходства	Область денотата	Меры сходства	Область денотата
ALL	21	1/0.09	Я	-0.63/0.65	—
	13	1/0.12	ОЯ	-0.5/0.64	—
	5	1/0.38	БП	-0.8/0.75	—
	6	0.75/0.38	ДП	-0.91/0.79	—
	18	-0.38/0.57	С	0.23/0.44	—
AML	28	-0.94/0.83	—	1/0.09	Я
	23	-0.98/0.92	—	1/0.12	ОЯ
	30	-0.98/0.91	—	0.90/0.22	БП
	32	-0.09/0.47	—	0.32/0.43	ДП

Для каждого класса определена морфология
Референты распределены по областям денотата.
Меры сходства (мера Юла, мера простого согласования)



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕФЕРЕНТОВ КЛАССОВ СИСТЕМЫ «TOXEFFECTS»

Классы	Область денотата				
	Ядерная	Околоядерная	Ближняя периферия	Дальняя периферия	Смежная
1	39	74	17	42	28
2	0	17	37	31	33
3	23	43	7	7	2

ДЕНОТАТЫ КЛАССОВ

1-й класс — 86% референтов

2-й класс — 72% референтов

3-й класс — 98% референтов

Для системы «ToxEffects» характерна гомогенность 3 класса и выраженная гетерогенность 2 класса.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕФЕРЕНТОВ ПО ОБЛАСТЯМ ТАКСОНОВ

Область денотата	ToxEffects	Secom	Numbers	Leuco
Ядерная область	16%	0%	2%	29%
Околоядерная область	34%	2%	35%	27%
Ближняя периферия	15%	12%	41%	10%
Дальняя периферия	20%	39%	21%	25%
Смежная область	15%	47%	1%	9%

Система «Secom»

Основным областям денотата принадлежит:

51% референтов 1-го класса. Большая гетерогенность 1-го класса.

78% референтов 2-го класса.

Система «Numbers»

21% цифр 0 и 8 плохо различаются

7% цифр 2 и 7 плохо различаются.



ПРИМЕРЫ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ЦИФР



а)



б)



в)

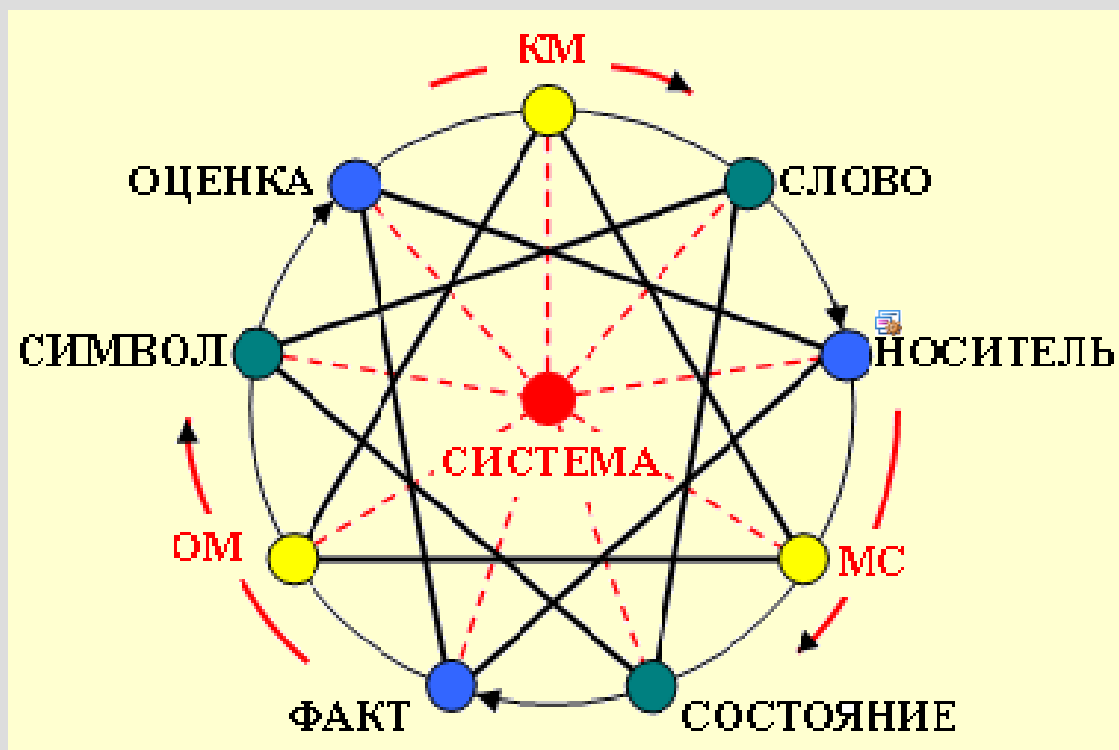


г)



д)

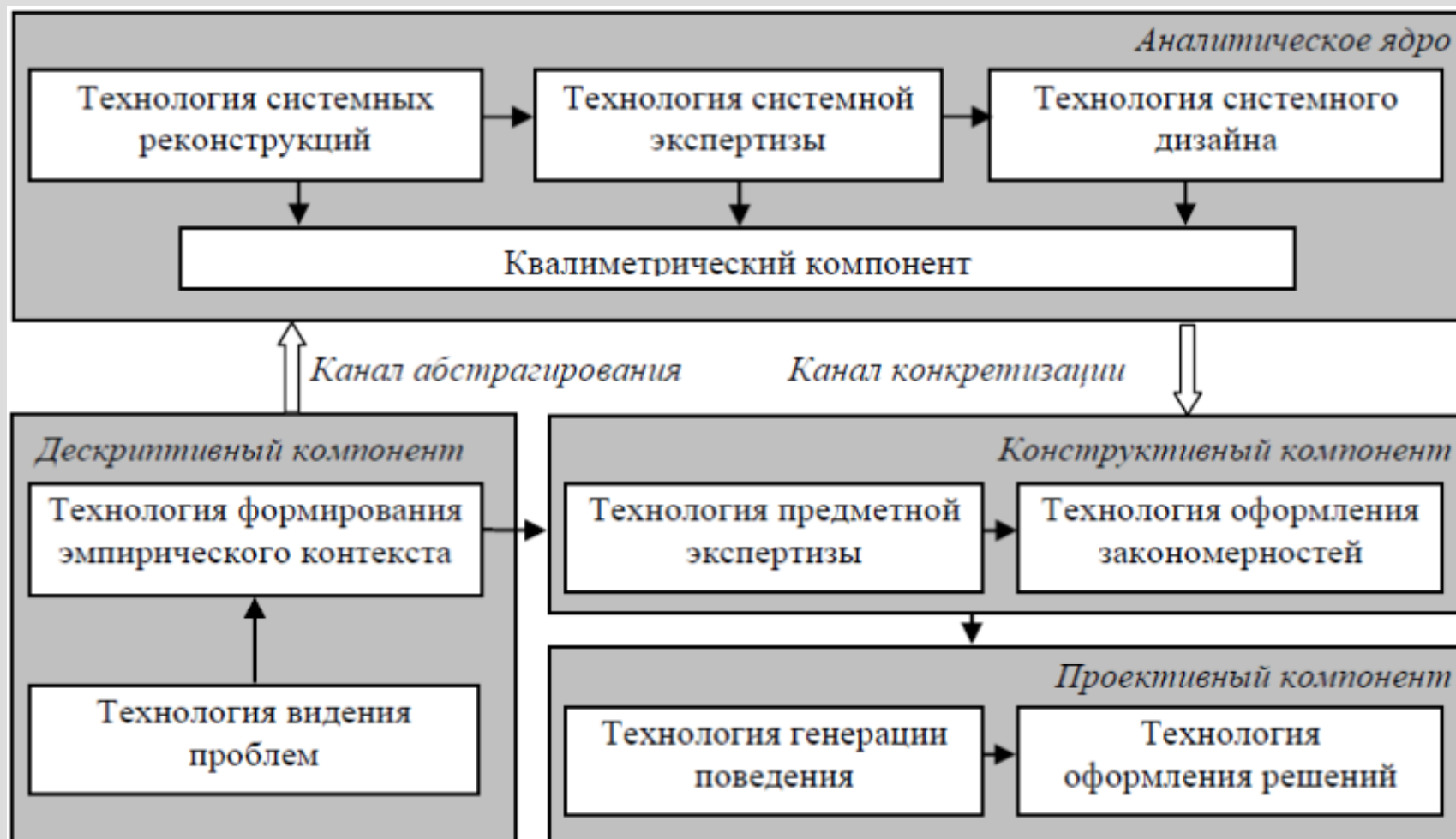
- а) Референт 107, класс 0, центр 0, дальняя периферия
- б) Референт 1401, класс 7, центр 0, дальняя периферия
- в) Референт 265, класс 1, центр 1, смежная область
- г) Референт 1717, класс 8, центр 4, смежная область (0-8)
- д) Референт 777, класс 3, центр 0, смежная область



Объективно и корректно определяет онтологию системы.

Обеспечивает ее научное понимание и рациональное объяснение.

Исследует ценность, правильность, полноту и завершенность полученного знания







Формирует исходное представление исследуемых прикладных проблем как системных проектов.

Преобразует системные проекты в эмпирические контексты открытых систем.

Формирует системы эмпирических данных о проблемах и системах.

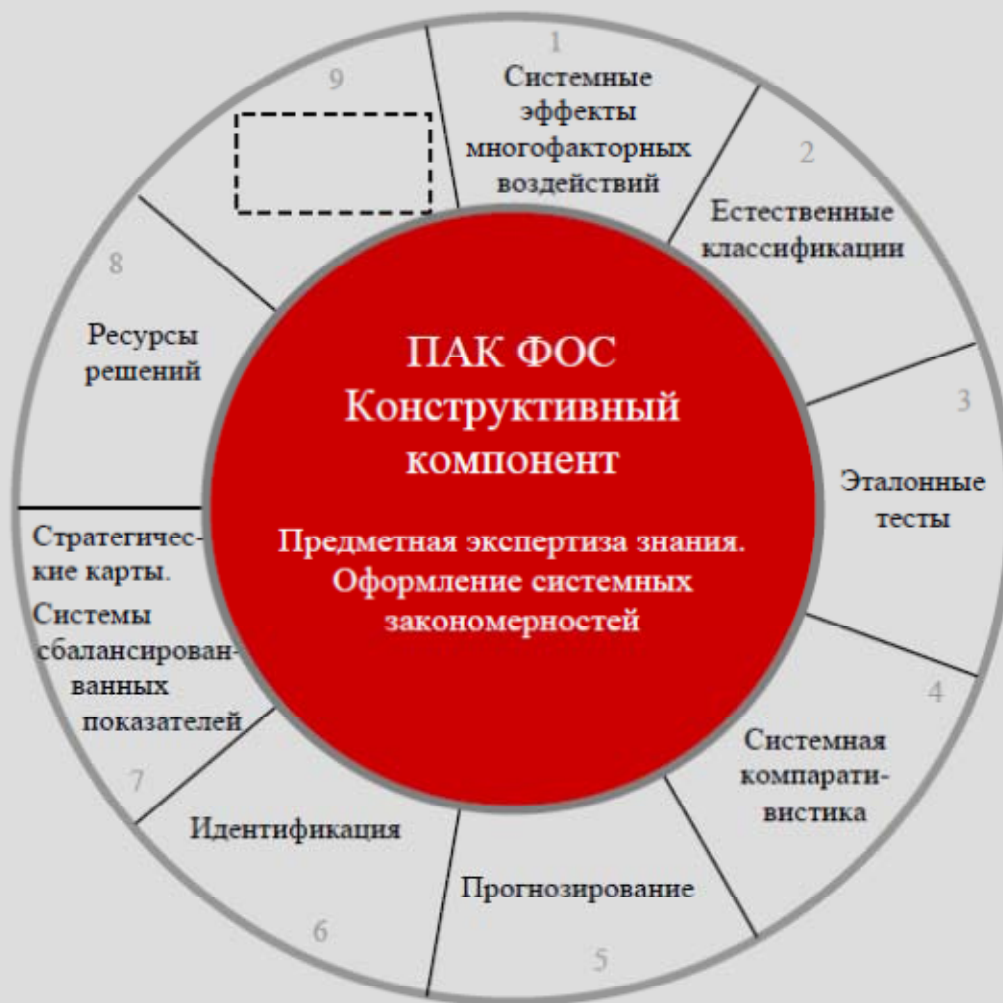


Автоматически производит научно-достоверное онтологическое знание из больших массивов гетерогенных эмпирических данных.

Автоматически исследует аксиологию (ценность, полноту, завершенность, правильность) полученного онтологического знания.

Автоматически генерирует нормативные документированные отчеты о полученном онтологическом знании (отчеты 1–12).

Автоматически генерирует нормативные документированные отчеты о ценности, полноте, завершенности, правильности онтологического знания (отчеты 13–16).



Преобразует системное знание в решения типовых системных проблем и ресурсы решений конкретно-предметных задач.

Поддерживает разработку информационных и когнитивных сервисов автоматических решателей прикладных системных задач.