УДК 001.5 + 005

Т. Л. Качанова, Б. Ф. Фомин

СИСТЕМНАЯ ОНТОЛОГИЯ КЛАССОВ

В статье предложен конструктивный подход к построению классификационной системы в рамках парадигмы физики открытых систем. Решена задача получения научно достоверного системного знания об онтологии классов. Разработан общий метод естественной классификации в сложных предметных областях.

Физика открытых систем, естественная классификация, онтологическое знание, интенсионал, экстенсионал, архетип, таксон

Вызовы естественной классификации. Под классификацией понимают состоявшуюся систему знания, понятия которой позволяют создавать упорядоченные группы, по которым распределены объекты предметной области на основании их сходства в определенных свойствах. Проблема построения научной классификации заключается в преодолении разнообразия объектов реального мира. Разнообразие установлено самой природой, проявляется через множественность наблюдаемых единичных форм, взаимообусловленность и многообразие свойств, текучесть и многовидность их изменчивости. Преодоление разнообразия обеспечивает знание онтологии предметной области.

В классификации доминируют два подхода [1], [2]. Формально-рациональный подход порождает искусственные классификационные системы, которые не входят вглубь онтологической проблемы объекта исследования. Предметно-содержательный подход нацелен на построение естественных систем классификации на основании имеющихся концептуально-теоретических представлений.

Искусственные классификации имеют описательно-распознавательный характер, основаны на применении формально выбранных признаков или признаков, удобных для использования. В сложных предметных областях (биология, медицина, экология и др.) искусственные классификации малопродуктивны ввиду полиморфизма объектов, представленных многомерными наборами наблюдаемых признаков, и вследствие гетерогенности этих объектов, обусловленной большим разнообразием элементов, структур и внутренних процессов.

Естественные классификации рассматриваются как сущностные, объяснительные, когнитивно-содержательные, основанные на комплексах признаков, полно и достаточно детально отражающих взаимоотношения между признаками. Они отвечают требованиям объективности при передаче смыслового содержания классов, обеспечивают качество общих утверждений о каждом классе, наделены способностью предсказывать свойства объектов из конкретного класса. Построение естественных классификаций связано с разработкой онтологии предметной области, в рамках которой создается классификационная система. Создание таких онтологий само по себе является сложной научной проблемой.

Для решения общей проблемы построения классификационных систем требуется предложить новую концепцию рационального классифицирования на базе научно достоверных онтологических оснований, выражающих основные закономерности и существенные свойства классифицируемых объектов.

Системная концепция естественной классификации. Любая классификационная система включает три компонента: субъектный, объектный и эпистемический. Субъектный компонент формируется субъектом классификационного исследования. Он определяет предмет, задачи и условия исследования. Объектный компонент устанавливает связь между эмпирической реальностью и ее теорией. Эмпирическая реальность представлена множеством объектов классификационного исследования, охарактеризованных некоторой совокупностью признаков. Теория выражает закономерности эмпирической реальности. Разработка такой теории – проблема предметной науки. Эпистемический компонент охватывает совокупность принципов, нормативов, методов и критериев научности классификационного исследования. Эпистемический компонент строится на основе онтологии объектного компонента.

Системная концепция естественной классификации дает начало онтологической рациональности, в основу которой должны быть положены универсальные принципы и общая теория познания сущности исследуемого фрагмента реальности. Основополагающим принципом онтологически-рациональной

классификации является принцип системности. В соответствии с этим принципом формируется общее понимание объекта классификационного исследования как системы.

В основу естественной классификации могут быть положены две идеи:

1) разнообразие объектов предметной области обусловлено их смысловым единством на онтологическом уровне;

2) построение классификационной системы обеспечивает научная теория, основанная на общих принципах, подходах, методах, раскрывающая системную онтологию классов.

Основным источником информации об онтологии предметной области при отсутствии теории объектного компонента являются эксперты-тематики. Их знание субъективно. Эмпирические обобщения (коллективное экспертное знание), как правило, фрагментарны, неполны, противоречивы. Альтернативным источником знания об онтологии является научный метод, с помощью которого объективное знание извлекается из эмпирических данных [3]. В рамках этого метода реализуется системный подход, обеспечивающий познание и понимание онтологической рациональности исследуемой реальности как системы. Такое онтологическое знание эксплицируется в знание об онтологии классов.

Классификационная система, отвечающая этим идеям, представлена на рис. 1.

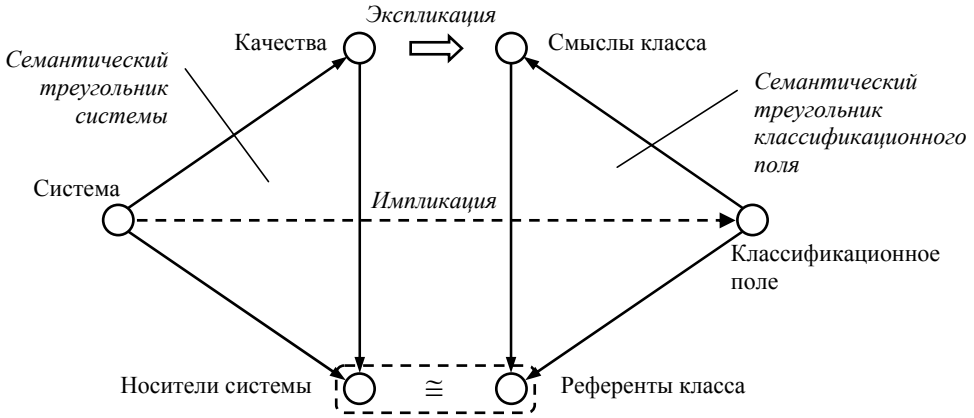


Рис. 1

Семантический треугольник устанавливает связь между знаком (термином, именем), его значением (денотатом, референтом, экстенсионалом) и смыслом (интенсионалом) [4]. В семантическом треугольнике классификационного поля (КП) в качестве знака выступают имена классов. Значение знака задано референтами классов. Смысл представляет содержание классов. Данный треугольник раскрывает идею онтологии классов. В семантическом треугольнике системы знак называет систему. Значение знака представлено множеством носителей состояний системы. Смысл выражен через множество качеств системы. Этот треугольник раскрывает идею онтологии системы.

Связь «Импликация» утверждает, что система проявлена в КП. Связь «≅» (тождество) полагает, что референты классов являются наблюдаемыми объектами реальности, и каждый референт рассматривается в качестве носителя состояния системы. Связь «Экспликация» представляет метод, посредством которого качества системы трансформируются в свойства классов, раскрывающие их смысл.

Оба треугольника, взятые в их взаимосвязи, образуют классификационную систему. В рамках предложенной классификационной системы задача естественной классификации описывается следующим образом. Исходно КП задано именами и референтами классов. Метод системной классификации раскрывает устроение КП в трех планах: семантическом, денотативном, оценочном. Семантический план КП содержит интенсионалы классов. Денотативный план КП предъявляет знание о структурированных объемах классов. Оценочный план КП характеризует качество построенной классификации. Метод системной классификации основан на научном методе физики открытых систем [5]. Физика открытых систем (ФОС) обеспечивает производство системного знания о сущности гетерогенных систем, представленных эмпирическими описаниями. Метод системной классификации использует полученное системное знание для построения онтологии классов.

Научная платформа системной классификации. Проблема познания объектов реальности есть проблема раскрытия присущей им сложности, воспринимаемой как неоднородность, многокачествен-

ность, полиморфизм. Проблема сложности стала первопричиной системного движения. Общей идеей системного движения является построение науки о системах, способной выступать по отношению к традиционным наукам в качестве их «другого измерения».

Системный подход задает направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем. Система выступает в качестве предельно общего универсального по форме, конструктивно постигаемого прообраза объектов реальности. Этот прообраз имеет свое основание в эмпирическом опыте и передает смыслы объектов реальности.

Первичным в идее системы является единство. Выход идеи системы из мира смысла вовне связан с разделением единства и проявлением его в реальной действительности через множество носителей идеи системы. Носители являются объектами действительного мира. Их состояния доступны для эмпирического описания. Каждое состояние носителя служит отображением какого-то одного определенного смыслового среза системы.

ФОС – новая парадигма системологии. Она прямо обращается к познанию сущности изучаемых систем, утверждает аксиомы систем и фундаментальные принципы системогенеза, вводит характеристические виды симметрий гармонизированных отношений в системе, создает собственный понятийный аппарат, организованный в единую теоретическую схему познания, научного понимания и рационального объяснения общих холистических механизмов самоорганизации, детерминирующих состояния системы [6]–[8].

ФОС познает системы во всем их разнообразии, раскрывает множественность индивидуальных форм проявления свойственных им механизмов изменчивости, выражает смыслы общего, присущего явлениям реального мира. Научный метод ФОС раскрывает сущность системы:

- через множество всех ее качественные определенностей, обусловливающих полиморфизм и гетерогенность системы;

- через множество внутрисистемных механизмов, ответственных за формирование эталонов, задающих полный код ее сложности;

- через семейства механизмов системогенеза, детерминирующих образование целого во всех его состояниях;

- через эмерджентные свойства показателей состояния системы.

Раскрытая сущность системы получает в ФОС оформление в виде теоретических конструктов, представляющих онтологическое знание об исследуемой реальности.

Метод ФОС реализован в единой информационной технологии [9]. Данная технология имеет четыре компонента: аналитическое ядро; дескриптивный, конструктивный и проективный компоненты. Целевые конструкты компонентов информационной технологии ФОС в их взаимосвязи представлены на рис. 2.

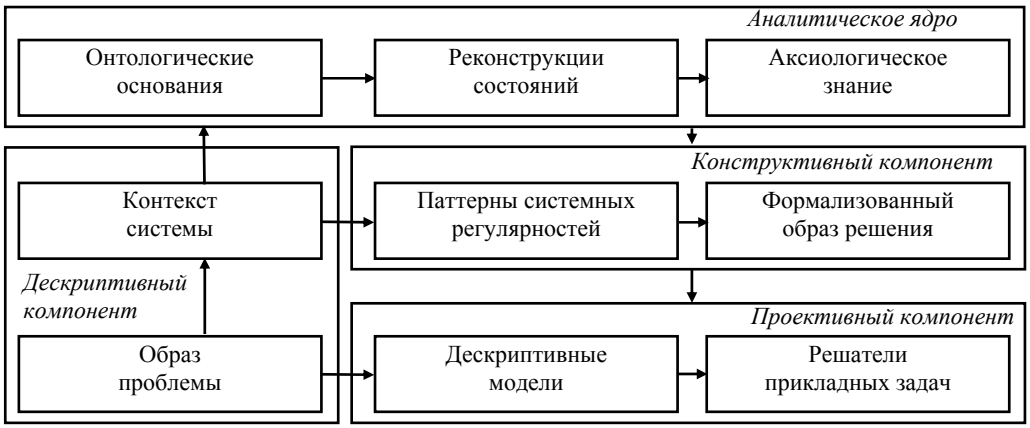


Рис. 2

Дескриптивный компонент обеспечивает описание исследуемой проблемы в виде системного проекта и трансформацию этого проекта в контекст системы. В нем определяются конкретные аспекты видения проблемы, выделяется фрагмент реальности, обеспечивающий полноту выражения выбранных

аспектов. Выделенный фрагмент оформляется в виде исходного нормативного представления системы (системы в данных).

В аналитическом ядре реализуются ключевые стадии производства системного знания: познание и оформление онтологических оснований системы; построение моделей реконструкций состояний системы; получение и представление аксиологического знания о системе.

Рациональность познания онтологии системы заключается в выявлении симметрий структур отношений системного целого. Результатом познания является совокупность конструктивных единиц системного целого, каждая из которых является всем целым в условиях этой части. Каждая такая единица представляет одно уникальное качество системы, порождающее эталонные формы этого качества. Полный набор единиц представляет всю систему во всех ее качествах и эталонах.

Полученное знание служит для объяснения системы через научные реконструкции ее состояний и их свойств. Реконструкции состояний моделируют актуальные состояния системы через гармонизированные наборы форм воплощения эталонов, раскрывают внутрисистемные механизмы, объясняют изменчивость показателей состояния.

Аксиологическое знание содержит ценностно-оценочные суждения о качестве конструктивных единиц, эталонов, форм воплощения эталонов, всех частей и элементов полученных формальных объектов.

Конструктивный компонент преобразует онтологическое знание о системе, сгенерированное аналитическим ядром, в паттерны системных регулярностей и формализованные образы решений. Онтологическое знание является абстрактным знанием об исследуемой системе, отвлеченным от всякой конкретной предметности. Решение прикладной проблемы связано с построением шкалы «Интенсиональность – экстенсиональность» на базе онтологии системы. Пункт шкалы «Интенсиональность» определяется через составы теоретических конструктов, выражающих смыслы понятий предметной области, и структуры их отношений. Пункту шкалы «Экстенсиональность» отвечает множество описаний объектов предметной области с характерными отношениями порядка, установленными интенсионалами.

Проективный компонент технологии создает дескриптивные модели целевых задач, строит схемы решения задач и разрабатывает сервис-ориентированные решатели.

Метод системной классификации. Методы ФОС ориентированы на решение классификационных проблем при значительной степени их сложности, то есть при наличии большого количества сходств внутри групп классифицируемых объектов и значительного разнообразия специфических форм этих объектов.

Проблемная область системной классификации представляется в дескриптивном компоненте ФОС системой в данных. Аналитическое ядро ФОС генерирует на базе системы в данных онтологическое и аксиологическое знание. Трансформацию онтологии системы в онтологию классов осуществляет метод системной классификации, реализованный в конструктивном компоненте ФОС. Проективный компонент ФОС обеспечивает решение задачи идентификации объектов на основе правил, задающих дифференциальный диагноз класса на основе онтологии класса.

Представление целевых конструктов компонентов ФОС в случае их применения для решения задачи системной классификации дано на рисунке 3.

Успех классифицикации определяется представительностью КП. Объекты классификации рассматриваются в качестве носителей смыслов системы. Их описание должно отвечать требованиям полноты (набор признаков объектов должен быть достаточен для передачи вовне системных смыслов через их носители). Аналитическое ядро использует КП для построения исходного представления системы (признаки принадлежности объектов к определенным классам при этом игнорируются). В конструктивном компоненте задача классификации решается как задача с обучением (для каждого объекта КП известен соответствующий признак класса).

Аналитическое ядро раскрывает онтологию системы, реализуя отношение, заданное связью «Импликация» на рис. 1. Онтология системы представлена множеством эталонов всех ее качеств, а также множеством реконструкций всех ее актуальных состояний. Реконструкция каждого состояния задана индивидуальным набором гармонизированных эталонов качеств. Эталон каждого качества является

системным гомологом для группы состояний системы. Реконструкции раскрывают системный смысл каждого конкретного состояния и, таким образом, выражают эмерджентные свойства объектов КП.

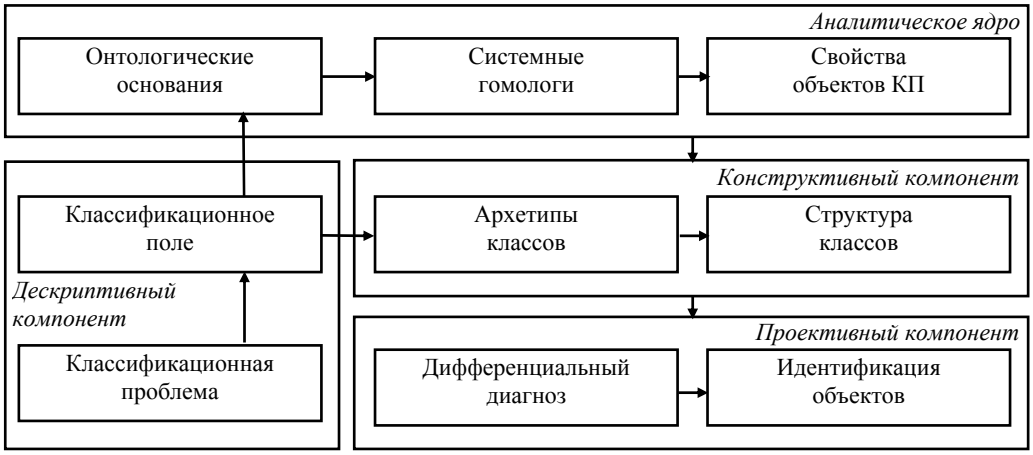


Рис. 3

Конструктивный компонент обеспечивает построение онтологий классов посредством системного исследования классов как таковых. Этот компонент реализует отношение, заданное связью «Экспликация» на рис. 1. Ключевыми понятиями экспликации служат понятия интенсионала и экстенсионала. В методе системной классификации интенсионал определяется как архетип класса, экстенсионал – как структурированный объем класса.

Модель системной онтологии классов. Научный метод анализа системного смысла классов как таковых представляет модель системной онтологии классов. В модели системный смысл классов развернут в категориях «Представление классов» и «Онтология классов» (рис. 4).

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

Рис. 4

Входами модели являются КП и онтология системы. КП исходно задается набором понятий (имен) классов и совокупностью реальных объектов, относительно которых предполагается смысловая связь каждого объекта с определенным классом. Главное назначение модели состоит в раскрытии структуры семантического, денотативного и оценочного компонентов КП в опоре на онтологию системы. Онтология классов неявным образом содержится в онтологии системы. Модель представляет конструктивный подход, в рамках которого раскрывается и выражается смысл понятия «Классы КП».

Процесс осмысления классов КП осуществляется:

- по категории «Представление классов» в направлении от градации «Конкретное» к градации «Целое»;
- по категории «Онтология классов» в направлении от градации «Онтология системы» к градации «Экстенсионал».

Градации категории «Представление классов» задают разные формы выражения смысла классов. Градация «Целое» выражает онтологию классов как целого. Градация «Частное» выявляет неделимые смысловые единицы онтологии. Градация «Конкретное» характеризует денотаты классов.

Градации категории «Онтология классов» означают этапы смыслового анализа классов. Градация «Онтология системы» задает базу для формирования онтологии классов. Градация «Интенсионал» рас-

крывает устроение семантического компонента КП. Градация «Экстенсионал» характеризует денотативный компонент КП.

Понятие «Системная градуация величин» задает полный набор примитивов, предназначенных для описания объектов КП в единой шкале измерений. Этот набор позволяет выявлять общие значения величин у разных объектов и устанавливать прямую связь классов с величинами.

Понятие «Ядерность» представляет полное множество системных гомологов, каждый из которых несет определенный смысл, выраженный через примитивы системной градуации, выступает неделимой смысловой единицей, имеет свои референты в КП. Каждый системный гомолог в онтологии системы раскрывает эталон качества системы в его интегральном и дифференциальном смыслах. Каждый референт является вариантом воплощения системных гомологов. Ядерность характеризует интегральный смысл конкретного эталона качества и служит базой для выявления инвариантов семантического компонента КП.

Понятие «Носительство качеств» представляет собой «корпус текстов», описывающих в онтологии системы каждый объект КП через уникальную совокупность ядерностей, связанных взаимодействиями. Каждая такая совокупность полна и системно обусловлена. «Корпус текстов» служит базой для формирования семантически сочетаемых сборок ядерностей, выполняющих по отношению к классам номинативную функцию.

Понятие «Класс» является элементом КП. Каждый класс имеет имя и представлен объектами – референтами класса. Полученное системное знание (системная градуация величин, ядерность, носительство качеств) распределено по именам классов. Для каждого класса определяются ядерности, выступающие его доминантами. Базовым принципом структурирования семантического компонента является референтная соотнесенность смысловых моментов класса с его объектами.

Понятие «Партон» является характерным смысловым моментом класса. Партоны образуют сборки ядерностей первого, второго, третьего и т.д. рангов. Ранг партона определяется количеством ядерностей в его составе. Партон характеризуется видом связи ядерностей (соединение, подчинение).

Понятие «Архетип» представляет структуру партонов, задающую реконструкцию семантического компонента какого-то одного класса. Архетип – понятие многомерное, имеющее горизонтальное и вертикальное измерения. В вертикальном измерении выделяются центр, ядро и периферия. Элементы структуры (партоны) строят вертикаль через отношения включения, наследования, подобия. Горизонтальное измерение отражает моно- или полиморфизм класса. По горизонтали партоны находятся в отношениях тождества или антиномии. Понятие архетипа класса развивается в понятие архетипа КП в целом через иерархические отношения (часть – целое, вид – род) в структурах партонов ядер.

Понятие «Признак» является существенной характеристикой референтов класса. Через понятие «Системная градуация величин» введена дискретизация изменяющихся значений показателей референтов. На этой основе выявляются показатели – маркеры, способные выделять класс в КП. Каждый маркер имеет вес (меру значимости) для различения класса.

Понятие «Прототип» представляет собой идеализированный объект, в котором в наиболее чистом и полном виде выражена идея архетипа через набор признаков-конституентов. Признак является конституентом класса, если он входит в центр архетипа класса и является маркером этого класса. В прототипе выделяются статутные и периферические признаки. Признаки могут быть носителями родовидовых отношений. Прототип является центром денотативного компонента класса, в котором идея архетипа класса оформлена через ее носители.

Понятие «Таксон» характеризует устроение классов в КП через отношение сходства объектов реальности с прототипом. В структуре каждого класса выделяются: центр (прототип); ядро и околоядерная область, охватывающие объекты, наиболее близкие к прототипу (типичные объекты); периферия, включающая объекты, обладающие меньшей связностью с прототипом; смежная область.

Партон является центральным элементом модели системной онтологии классов. Через этот элемент выражена совокупность всех интегральных и дифференциальных семантических признаков КП. Главная диагональ модели «Признак – Партон – Носительство качеств» утверждает, что природу естественной классификации раскрывает онтология системы. Вторая диагональ «Системная градуация величин – Партон – Таксон» утверждает, что величины, характеризующие объекты КП как систему, раскрывают структуры классов.

Тройка «Класс – Системная градуация величин – Ядерность» передает связь групп сходных по свойствам референтов с системными гомологами. Тройка «Прототип – Таксон – Архетип» связывает понятия интенсионала и экстенсионала класса через понятие прототипа, в котором идея класса выражена в его идеальном образце. Тройка «Ядерность – Носительство качеств – Архетип» выражает онтологию семантического компонента КП. Тройка «Класс – Признак – Прототип» задает морфологию денотативного компонента КП.

Модель системной онтологии классов дает научное понимание проблемы естественной классификации и определяет понятие «Классы КП» с позиции научного метода ФОС.

Объекты метода системной классификации. Понятиям «Системная градуация величин», «Ядерность», «Носительство качеств» отвечает формальный *объект «Системная модель референтов»*. Данный объект содержит знание о системе в объеме, необходимом для решения проблемы классификации. Аналитическое ядро ФОС строит формальные объекты «Системные модели», «Эталоны поведения и состояния», «Модель форм воплощения эталонов». Объект «Системные модели» с позиций холизма раскрывает многокачественную сущность системы, выражает конкретные уникальные качества системы, определяет множество внутрисистемных взаимодействий, формирующих единство системного целого. Объект «Эталоны поведения и состояния» утверждает предельные смысловые формы каждой уникальной качественной определенности системы. Эти формы несут в себе потенциал воплощения уникального качества системы как определенного свойства ее актуальных состояний. Объект «Модель форм воплощения эталона» описывает проявление эталона в объектах реальности. Эталон системы является инвариантом качества. Он переносится на объекты с разной степенью напряженности. Модель форм воплощения содержит актуальные варианты эталона.

Каждый представитель класса выступает носителем состояния системы. Как носитель системы он задан своей уникальной моделью состояния, раскрывающей его сущность через совокупность характерных качеств, детерминированных внутрисистемными механизмами. Модель состояния объясняет индивидуальную изменчивость одного конкретного представителя класса.

В модели состояния выделяется ядерный компонент, который определяет инвариант для всех форм проявления изменчивости конкретного состояния системы. Ядерный компонент модели состояния задает системную модель референта класса. Его состав определяет конкретный конечный набор системных гомологов и фиксированный набор показателей. Каждый системный гомолог имеет формат предикатного выражения, в котором представлена одна образующая ядерного компонента, генетически связанная с одним определенным эталоном системы. Фиксированный набор показателей содержит показатели из ядерного компонента, измеренные на единой шкале системной градуации величин.

Понятию «Класс» соответствует формальный *объект «Обучающая выборка»*. Этот объект определяется для каждого класса. Он содержит конечное число референтов, частотную модель ядерностей, доминирующие ядерности. Относительно референтов известны их уникальные идентификаторы, уровни всех величин, носительство качеств системы.

Понятию «Партон» отвечает формальный *объект «Формализованный дескриптор»*. Этот объект несет в себе знание об одном характерном значимом свойстве класса. Каждый формализованный дескриптор выделяет в классе группу референтов, имеющих это свойство как общее смысловое основание.

Минимальными самостоятельными номинативными единицами смысла системы являются эталонные формы качественной определенности и формы их воплощения. Формализованный дескриптор класса представляет собой либо одну ядерность, либо сочетание нескольких ядерностей. Дескриптор имеет формат предикатного выражения, части которого представляют ядерности, а элементы – показатели величин.

Формализованный дескриптор является номинативной единицей смысла класса при следующих условиях. Экстенсионал дескриптора имеет своими референтами объекты только одного класса. Все элементы предикатного выражения дескриптора (показатели) совместимы с системной градуацией величин (по уровням значений величин показателей). Хотя бы одна часть дескриптора выполняет функцию различения класса (через доминирование хотя бы одной ядерности).

На множестве дескрипторов каждая ядерность получает атрибуты валентности и характерности в классе. Валентность отражает способность ядерности вступать в сочетания. Характерность отражает сопряженность ядерности с каким-то одним конкретным классом.

Исходно объекты КП заданы единым набором показателей. Система охватывает все объекты КП и описывает их с позиций сходства и различия системных свойств. Номинативными единицами этих свойств выступают эталоны состояний системы. Выявленные системные свойства для определенного класса могут быть существенными, несущественными, случайными. Если ядерность как системный гомолог прямо определяет свойство класса, то она сама по себе является дескриптором класса (отвечает понятию партона первого ранга). Если какое-то свойство системы непосредственно не является никаким свойством класса, то свойство класса должно рассматриваться как составное гармонизированное системное свойство, а соответствующий дескриптор класса представляется связью в виде соединения или подчинения двух или более ядерностей (гомологов).

Соединение представляет сборку равноправных участников, подчинение – неравноправных участников. Признаком равноправности служит доминантность всех гомологов, образующих связь. Соединение считается активным, если хотя бы один гомолог связи имеет высокую валентность, иначе – соединение пассивное. Подчинение характеризуется четырьмя комбинациями значений атрибутов доминантности (есть/нет) и валентности (высокая/низкая). Для определения вида подчинения гомологи в связи разделяются на главную (с доминантой) и зависимую (без доминанты) части. Подчинение вида согласования образует связь главной и зависимой частей, обладающих высокой валентностью. Подчинение вида примыкания образует связь обеих частей с низкой валентностью. Подчинение вида сильного управления связывает главную часть с высокой валентностью и зависимую часть с низкой валентностью. Подчинение вида слабого управления связывает главную часть с низкой валентностью с зависимой частью с высокой валентностью.

Составность формализованного дескриптора из нескольких частей обусловлена гетерогенностью класса.

Понятию «Архетип» отвечает формальный *объект «Структурно-смысловая модель»*. Этот объект определяет содержание и структуру семантических компонентов классов КП. Содержание компонентов задается множеством формализованных дескрипторов. Структура компонентов представляет собой организованное целое, части которого (формализованные дескрипторы) связаны отношениями.

Структурно-смысловая модель имеет иерархическую структуру. В ней определены отношения «Общее-частное» на множестве формализованных дескрипторов: тождество, антиномия, включение. Каждый тип отношений устанавливается через оппозицию смыслов к идентифицирующей референции. Дескрипторы тождественны, если их идентифицирующие референции эквивалентны. Дескрипторы находятся в антиномическом отношении, если они не могут иметь общих референтов. Два дескриптора находятся в отношении включения, если идентифицирующая референция одного из них является подмножеством референции другого.

В структурно-смысловой модели выделяются отношения наследования и подобия. Дескрипторы находятся в отношении наследования, если они имеют общие ядерности на смежных уровнях иерархии. Дескрипторы находятся в отношении подобия, если на смежных уровнях иерархии их ядерности связаны моделями взаимодействия, выражающими системное сходство.

Дескрипторы, определенные на уровнях ядра и центра модели, находятся в родовидовых и партитивных отношениях. Родовидовые отношения отражают иерархию между общим и частным, передают единство целого в его разнообразии. Партитивные отношения связывают части целого, характеризуют целостность в ее членениях. Дескрипторы, которые находятся в отношении исключения, установленном системной онтологией для референтов, вступают в партитивные отношения, иначе – в родовидовые отношения.

В рамках класса структурно-смысловая модель имеет центр, ядро и периферию. Центр модели определяется на базе ее ядра путем применения отношения толерантности между элементами ядра и выбора их минимального наиболее значимого подмножества. Любое ядро устанавливает набор существенных свойств класса, необходимых для его идентификации как целого. Периферия модели класса представляет набор менее значимых свойств, характерных для отдельных групп объектов класса.

Центр и ядро могут быть элементарными и комплексными. Элементарные центр и ядро описывают гомогенный класс. Для гетерогенного класса характерны комплексные центр и ядро.

Понятию «Признак» соответствует формальный *объект «Аспект»*. Этот объект определяется для каждого класса. Он содержит частотную модель уровней величин показателей и доминирующие при-

знаки (показатели, каждому из которых назначен характерный уровень системной градуации для класса).

Понятию «Прототип» отвечает формальный *объект «Репрезентант»*. Он представляет собой образцовый объект класса, наделенный всеми существенными и отличительными признаками класса.

Репрезентант является идеальным сконструированным объектом. Он задается набором характерных показателей с установленными для них уровнями значений, через которые в предельном виде передаются свойства класса.

Набор характерных показателей порождается множеством дескрипторов, образующих центр структурно-смысловой модели класса. Центр образуется подмножеством дескрипторов ядра, в котором каждый дескриптор выступает доминантой, обладающей наиболее выраженными свойствами частотности и значимости. Дескрипторы центра модели задают список показателей. Уровни значений показателей из этого списка детерминированы доминантами объекта «Аспект».

В репрезентанте выделяются статутные и периферические признаки. Статутные признаки – это существенные, высокочастотные показатели, конституирующие денотат класса. Периферические признаки, как правило, менее частотные и неоднозначные по уровню значений. Статутные признаки составляют основу репрезентанта, противопоставляя его другим репрезентантам в КП. Периферические признаки обусловливают варьирование референтов класса. Статутные признаки в одном репрезентанте могут быть периферическими в другом. Признаки в составе одного репрезентанта повторяются и в других репрезентантах. Репрезентанты могут различаться лишь некоторыми признаками, совпадая по другим признакам. Признаки в репрезентанте распадаются на две части, связанные родовидовым отношением.

Понятию «Таксон» отвечает формальный *объект «Структура класса»*. Этот объект раскрывает устроение денотативного компонента КП.

Для каждого класса в КП определены репрезентанты, выражающие системные свойства классов в наиболее чистом виде. Структуру КП задает отношение сходства (таксономической близости) объектов-референтов с репрезентантами классов. В этой структуре выделяются центры классов, ядерная и околоядерная области, ближняя и дальняя периферии, смежная область.

Центрами являются репрезентанты классов. Ядерную, околоядерную области образуют объекты, имеющие наибольшее число общих прототипических характеристик. Такие объекты, несомненно, принадлежат каждый своему классу. Объекты из ближней периферии характеризуются большим разнообразием признаков, однако все эти объекты подчиняются системным закономерностям, свойственным соответствующему классу. Изменчивость объектов дальней периферии объясняется не только их принадлежностью к конкретному классу, но также их тяготением к другим классам. Смежная подобласть содержит объекты, принадлежность которых к данному классу сомнительна.

Функциональность метода системной классификации. Формальные объекты метода системной классификации, порожденные соответствующими понятиями модели системной онтологии классов, являются элементами конструктивного определения КП. Отношения между формальными объектами наследуют отношения между понятиями модели. Конструктивная форма таких отношений представляется совокупностью формальных методов (способов, приемов и операций) порождения и преобразования объектов КП. Функциональность метода системной классификации поясняет рис. 5, где: 1 – производство системного знания; 2, 3 – дистрибуция системных гомологов и показателей; 4 – синтагматический анализ; 5 – парадигматический анализ; 6, 7 – прототипирование; 8 – таксономия.

В основу метода системной классификации положены два принципа – принцип системности и принцип двойственности классификации. В соответствии с принципом системности КП рассматривается как открытая гетерогенная система. Референты классов в КП являются носителями системных смыслов и гетерогенны по своей природе. Системный подход направлен на преодоление этой гетерогенности и на получение системного знания о сущностных особенностях устроения КП.

Принцип двойственности классификации утверждает интенсионалы и экстенсионалы классов. Системное знание является сущностным знанием, имеющим генетическую связь с интенсионалами классов. Следуя принципу двойственности, структурам интенсионалов классов отвечают двойственные им структуры экстенсионалов.

Множество референтов классов в КП рассматривается как множество единичных объектов наблюдения – носителей состояний системы. *Производство системного знания* осуществляется методами ФОС и завершается построением системной модели референтов КП. Системное знание наделено способностью к различению классов. Актуализацию этой способности обеспечивают системные гомологи и показатели путем их *дистрибуции по классам и выявления доминирования в классах*.

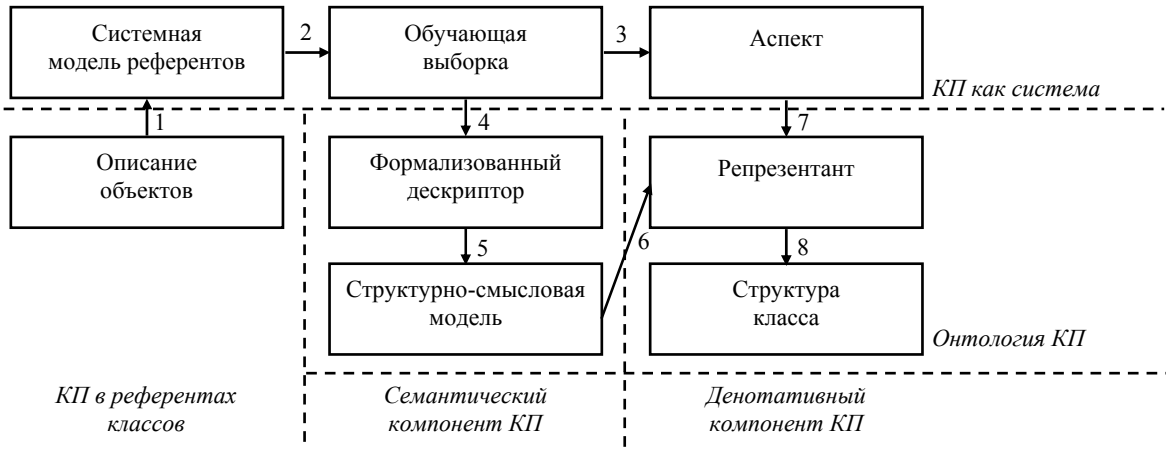


Рис. 5

Онтологические свойства классов раскрываются через *синтагматические и парадигматические отношения*. Синтагматический анализ находит полные наборы семантических признаков классов в виде формализованных дескрипторов. Эти наборы создаются в результате правильных комбинаций сочетаний инвариантных частей системных гомологов. Такие сочетания порождают дескрипторы определенных рангов при соблюдении ограничений: сопряженности с классом; согласования по величинам; доминирования в классе. Множество дескрипторов всех рангов ограничено эмпирическим законом гиперболического рангового распределения. Семантику классов КП определяют множества формализованных дескрипторов и конкретных типов парадигматических отношений между дескрипторами классов. Парадигматический анализ обеспечивает получение конструктивного определения интенсионалов классов.

Прототипический подход обеспечивает построение идеализированных образцов референтов классов. Для каждого класса такой образец задается набором наиболее характерных признаков данного класса. Для получения опорного набора признаков осуществляется сужение ядра структурно-смысловой модели до минимального необходимого множества формализованных дескрипторов (центра класса). В окончательном составе образца каждый признак является доминирующим.

Конструктивное определение денотата класса обеспечивает *таксономический подход*. Каждый репрезентант класса выделяет в КП область его денотата. В этой области репрезентант является центром референции смысла (опорной точкой) класса. Мера близости к опорной точке задает устроение денотата. Референты всех классов получают признаки принадлежности к одной из областей денотата.

Основу исследования устроения КП составляет реконструктивный анализ – ключевой метод ФОС. Полученное знание об онтологии КП как системы трансформируется в знание об онтологии классов путем применения специально разработанного аппарата, включающего формальные методы из разных областей научного знания. Элементы теории из востребованных областей знания:

- теория реконструктивного анализа (эталоны состояния, модели форм воплощения эталона, реконструкции состояний системы, модели базовых взаимодействий);
- теория измерений (категориальная шкала классов, шкалирование уровней значений показателей, шкалирование признаков);
- математическая статистика (выборочные статистики, критерий значимости различий долей в двух выборках, критерий углового преобразования Фишера);
- теория графов (компоненты связности графа, стоки орграфа, минимальное вершинное покрытие двудольного графа);

- теория множеств (бинарные отношения (эквивалентность, толерантность), отношения включения, пересечения и исключения);
- математическая логика (пропозициональные формы);
- синтагматический анализ (отношения соединения и подчинения);
- парадигматический анализ (отношения рода и вида, целого и части, отношения наследования и подобия);
- квалиметрия и теория группового выбора (базовый образец, многокритериальное оценивание);
- меры близости (меры сходства объектов, описанных дихотомическими признаками – меры Соукала и Сниса, Юла, простого согласования).

В завершенной форме КП как системы каждый класс и КП в целом раскрыты во всех их смысловых моментах и получили завершенное структурное оформление.

Выводы. В основу предложенного подхода к естественной классификации положена парадигма системологии – ФОС. На базе научного метода ФОС идеи, понятия и подходы, созданные в биологии и лексикологии для решения общих проблем систематики, типологии, таксономии, мерономии и проблем лексической семантики, получили конструктивное воплощение.

В рамках ФОС разработаны методологические основания естественной (системной) классификации, базовыми принципами которой стали принцип системности и принцип двойственности классификации. Согласно принципу системности состояния объектов КП детерминированы системой, раскрывающей онтологию КП как целого и выражающей сущностные свойства объектов КП как таковых. Согласно принципу двойственности КП рассматривается в двух аспектах – семантическом и денотативном. В семантическом аспекте онтология системы, полученная методом ФОС, эксплицируется в онтологию, определяющую архетип КП через существенные, несущественные, случайные свойства классов, типы и структуры отношений между свойствами. В денотативном аспекте архетип КП эксплицируется в идеальные представители классов, на основе которых устанавливается морфология классов.

В своих основаниях предложенная классификационная система междисциплинарна. Она порождает научно достоверное допредметное системное знание об онтологии классов и выступает как общий рациональный метод естественной классификации в сложных предметных областях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розова, С. С. Классификационная проблема в современной науке. М.: Наука, 1986.
2. Новые идеи в научной классификации: Сб. науч. трудов. Вып.5. Екатеринбург: УрО РАН, 2008.
3. Fomin, B. F., Kachanova, T. L. Physics of Systems is a postcybernetic paradigm of systemology // Intern. Sympos. Science 2.0 and Expansion of Science: “S2ES” in the context of The 14th World-Multi-Conference “WMSCI 2010”, June 29th–July 2nd, 2010 / Orlando, Florida, USA.
4. Фреге, Г. Смысл и денотат // Семиотика и информатика. М., 1977. Вып. 8. С. 181-210.
5. Fomin, B. F., Kachanova, T. L. Physics of Open Systems: Generation of System Knowledge // Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. 2013. Vol. 11, № 2. Pp. 73–82.
6. Качанова, Т. Л., Фомин, Б. Ф. Основания системологии феноменального. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
7. Качанова, Т. Л., Фомин, Б. Ф. Метатехнология системных реконструкций. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002.
8. Качанова, Т. Л., Фомин, Б. Ф. Введение в язык систем. СПб.: Наука, 2009.
9. Качанова, Т. Л., Фомин, Б. Ф. Методы и технологии генерации системного знания. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012.

T.L. Kachanova, B.F. Fomin

SYSTEM ONTOLOGY OF CLASSES

In the paper, the constructive approach to build a classification system under the paradigm of physics of open systems is proposed. The problem of how to obtain scientifically proven knowledge about classes’ ontology is solved. The general method of natural classification in complex subject domains is developed.

Physics of open systems, natural classification, ontological knowledge, intension, extension, archetype, taxon