

УДК 004.8

**А. В. Колесников, С. Б. Румовская, Э. В. Ясинский
А. В. Барзенков**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ
ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОЙ
МЕТОДАМИ КОГНИТИВНЫХ ГИБРИДНЫХ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
Часть 3**

43

Поступила в редакцию 05.11.2020 г.

Рецензия от 25.11.2020 г.

Вещное мышление традиционно для современного человека, которому свойственно описывать мир как множество пространственно локализованных объектов-вещей-ресурсов. Язык оперативно-технологического управления разработан на основе заложенной А.В. Колесниковым и В.Ф. Пономаревым традиции вещного семиотического полиязыкового представления оперативно-технологического управления как некоторого класса сложных систем, базисом которых является вербально-знаковый, реляционный язык описания ситуаций и состояния объекта управления. Язык специфицирован с использованием теории концептосферы З.Д. Поповой и И.А. Стернина, а также универсального предметного кода Н.И. Жинкина. Описано категориальное ядро и предметно-изобразительное кодирование двуединого категориального базиса языка отношений и связей объекта оперативно-технологического управления, а также концептуальная схема языка, представлены результаты разработки ее отображения в схему «Система оперативно-технологического управления», в субъекте управления которой есть когнитивная гибридная интеллектуальная система.

Substantial thinking is traditional for a modern person, who is characterized by a description of the world as a set of spatially localized objects-things-resources. The language of operational-technological control was developed on the basis of the tradition of A. V. Kolesnikova – V. F. Ponomarev's semiotic, multilingual representation of operational and technological control of a certain class of complex systems, the basis of which is a verbal-sign, relational language for describing situations and the state of a controlled object. The language was specified using the conceptual theory of Z. D. Popova and I. A. Sternin, as well as the universal subject code of N. I. Zhinkin. The work describes the categorical core and subject-pictorial coding of the two-unit categorical basis of the language of relations and connections of the object of op-



erational and technological control, and also describes the conceptual scheme of the language and presents the results of the development of its mapping into the scheme "System of operational and technological control". The last has cognitive hybrid intelligent system as an actor.

Ключевые слова: интеллектуальная электроэнергетическая система, мир оперативно-технологической действительности, язык отношений и связей, категориальный базис, когнитивный искусственный интеллект

Keywords: intelligent power system, world of operational and technological reality, language of relations and connections, categorical basis, cognitive artificial intelligence

Введение

Настоящая работа — третья часть публикации с единым названием, логически увязанная с содержанием первой и второй частей [1; 2], где были рассмотрены: 1) результаты анализа особенностей и структуры системы оперативно-технологического управления региональными электроэнергетическими системами на примере Калининградской области; 2) результаты исследования объекта оперативно-технологического управления с онтологической и математической точек зрения; 3) результаты анализа субъекта (человеческого фактора) оперативно-технологического управления (ОТУ) в региональной интеллектуальной электроэнергетике (ИЭЭ), его внешней среды, особенностей восприятия им информации и его мыслительных механизмов, а также языка профессиональной деятельности субъекта управления. Настоящая работа содержит описание категориального базиса модели мира оперативно-технологической действительности (ОТД), а также структуру языка отношений и связей (ЯОС) оперативно-технологического управления региональной ИЭЭ.

Категориальный базис модели мира оперативно-технологической действительности региональной интеллектуальной электроэнергетики

А.И. Уёмов [3] разработал параметрическую общую теорию систем и новое логическое исчисление, основанное на двух тройках категорий формального аппарата языка тернарного описания систем: «вещь, свойство, отношение» и «определенное, неопределенное, произвольное». Главная особенность триады «вещь, свойство, отношение» состоит в том, что все эти категории определяются друг через друга, причем центральная, основная из них — категория вещи.

Определение 1. Вещь — это система качеств; различные вещи — различные системы качеств; одна и та же вещь — одна и та же система качеств; все вещи существуют в пространстве и времени.

Уже в начале XX в. физика располагала несомненными доказательствами того, что электромагнитное поле обладает массой и энергией — свойствами материи. Масса характеризует инертные и гравитационные



свойства, а энергия — мера движения материи [4], определить наличие которой можно только разумом. Для правильного анализа состояния наблюдаемого мира ОТД недостаточно знать только фундаментальные законы электричества, механики и др., важно учитывать и существование самого наблюдателя [5].

Определение 2. Свойство — понятие или форма (изображение), обозначающее все то, что не является границами данной вещи. Это то, что, характеризуя вещи, не образует новых вещей. Качество и свойство иногда очень трудно различать. Вещи и свойства можно воспринимать чувственно.

Определение 3. Отношение — то, что образует вещь из данных элементов (свойств или других вещей). Отношение есть то, что, будучи установлено между вещами, образует новые вещи. Отношения чувственно не воспринимаются.

Между категориями вещи, свойства и отношения существует зависимость, представленная на рисунке 1, а, из которого видно, что все три категории Уёмова — соотносительные и определяются друг через друга, причем центральная из них — категория вещи.

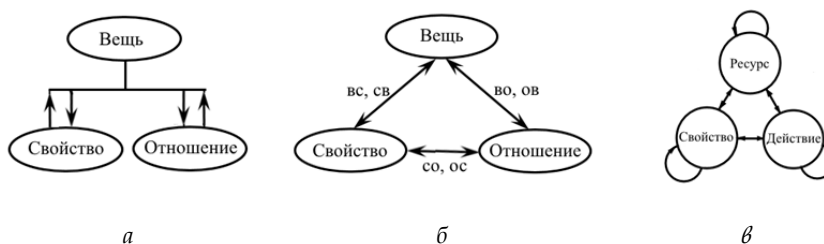


Рис. 1. Адаптация триады А.И. Уёмова для анализа языка профессиональной деятельности:
 а — триада категорий «вещь, свойство, отношение» А.И. Уёмова;
 б — образное представление треугольника А.И. Уёмова в форме графа;
 в — ролевая модель категориального ядра «ресурс, свойство, действие»

Тройственность категорий вещи, свойства и отношения выражает треугольник А.И. Уёмова (рис. 1, б). Через категорию вещи непосредственно определяются категории свойства (дуга *св*) и отношения (дуга *ов*). Категория свойства непосредственно определяется категорией отношения (дуга *со*) и опосредованно — через категорию вещи (маршрут *св, вс* длины два). Что же касается практического определения отношения через вещи (дуга *ов*) и вещей через отношения (дуга *во*), то необходимо отметить, что как вещи можно определять через одни свойства, а эти свойства — через другие вещи (маршрут *вс, св* длины два), так и вещи определяются одними отношениями, а эти отношения можно определять через другие вещи (маршрут *во, ов* длины два). Чтобы это было возможно, необходимо и достаточно существования одних и тех же отношений в различных вещах. Разумеется, элементы, между кото-



рыми есть эти отношения, в различных вещах должны определять через другие отношения, так как иначе при одинаковых отношениях имела бы одна и та же вещь. Положение о том, что одно и то же отношение, так же как и одно и то же свойство, может быть в различных вещах, — важнейшее условие возможности выводов по аналогии. Чтобы избежать круга в определении отдельных отношений, вещи, через которые определяются эти отношения, нужно, в свою очередь, определять через другие отношения. Это предполагает, что одну и ту же вещь можно одновременно рассматривать как различные соотношения ее элементов.

Тем не менее на рисунке 1, а остается без ответа интерпретация дуг графа. Судя по авторскому тексту А. И. Уёмова [3], их следует понимать как «непосредственное определение». В языках профессиональной деятельности (ЯПД) «непосредственное определение» обозначается глаголами *иметь* и *быть* либо словосочетаниями *иметь имя, иметь характеристику, иметь длину, иметь грузоподъемность* либо *быть средством, быть местом, быть подстанцией*, что относит подобные лексемы в класс «отношений определения» [6]. Тогда, если следовать А. И. Уёмову, на рисунке 1, б возникает противоречие: вершина «отношение» и дуги обозначают одну и ту же категорию.

Непосредственное применение рассмотренного категориального ядра к системогенезу предметной области ОТУ региональной энергосистемы (ЭС) затруднительно в силу нескольких причин: 1) категория вещи — верхний предел абстракции, что вызывает трудности с ее интерпретацией субъектом ОТУ; 2) имеются трудности с интерпретацией понятия «зависимость» между категориями ядра: поскольку зависимость между ними — это отношение (взаимоотношение), возникают два толкования концепта «отношение»; 3) категория «отношение» носит общий характер, и целесообразно выбрать категорию, которая, являясь отношением, была бы в то же время предметно-ориентированной. Трудности преодолены в работе [6]. Рассматриваются только вещи-ресурсы (просто ресурсы). К ним отнесем энергию электромагнитного поля и природные явления, вне зависимости от эффекта их воздействия. Следуя принципу «единства сознания и деятельности» и теории деятельности психологической школы А. Н. Леонтьева и С. Л. Рубинштейна, из множества отношений выделим отношения-действия (просто «действия», «операции», «процессы», в частности технологические и производственные), подчеркивая тем самым интерес к динамическим отношениям, по Д. А. Поспелову, на ресурсах, установление (или разрыв) которых может изменить состояние и режим объекта ОТУ.

Определение 4. Ресурс — понятие или форма (изображение), обозначающее вещь, имеющуюся у субъекта ОТУ для решения задач. Например, распределительная подстанция, воздушная ЛЭП и др.

Определение 5. Действие — понятие или форма (изображение), обозначающее отношения на ресурсах как следствие деятельности, поступков и поведения (например, преобразование, хранение, передача электроэнергии и др.). Остановимся на категории «действие» подробнее.



Де́йствие (англ. action, performance) — единица деятельности, целенаправленная преднамеренная активность, осуществляемая субъектом деятельности произвольно. Всякое действие включает в себя операции. Действия могут переходить в операции, и наоборот. Действие структурно включает ориентировочную, исполнительную, контрольную и корректировочную части. Ориентировочная часть — принятие решения, исполнительная — реализация действия, контрольная — сравнение результата с ожиданиями (обратная связь), корректировочная — изменение решения и реализации действия. Смысл действия может быть скрыт от осознания [7].

Действие (в психологии) — произвольный акт, акция, процесс, подчиненный представлению о результате, образу будущего, то есть процесс, ориентированный на осознаваемую (сознательную) цель [8]. Приобретая личностную окраску, действие становится поступком.

Действие, по С.И. Ожегову: 1. Проявление энергии, деятельности, а также сама сила, деятельность, функционирование чего-нибудь. 2. Результат проявления деятельности чего-нибудь, влияние, воздействие. 3. Поступки, поведение, самовольные действия, противозаконные действия. 4. События, о которых идет речь в истории. 5. Часть драматического произведения (спектакля, комедии). 6. Основной вид математического вычисления [9].

Операция (англ. operation) — составляющая деятельности человека, соотносимая с задачей (объективно-предметными условиями достижения целей), способ осуществления действия (по А.Н. Леонтьеву). Сознательная операция первоначально формируется в качестве сознательного целенаправленного действия (справедливо для двигательных и умственных операций), но не всякая операция является сознательной.

В русском языке действия обозначаются различными частями речи: глаголами (например, включать, выключать, переключать, предавать, сообщать), существительными (распределение, преобразование, передача), вводными словами, выражающими модальность (например, словами, выражающими различную степень уверенности: *разумеется, безусловно, действительно* и др.; различную степень неуверенности: *возможно, по-видимому, кажется, пожалуй* и др.; эмоциональное отношение к высказываемому: *к счастью, к огорчению, к неудовольствию, на беду*), союзами (например, выражающими значение временной соотнесенности действий: *когда, как, пока, едва*; причинности: *так как, вследствие*; условий: *если, когда*), наречиями (например, определительными наречиями, характеризующими само действие, признак — его качество, количество, способ совершения: *очень, красиво, весело, по-моему, пешком, так, вдвоем, несколько, втрое*; обстоятельственными наречиями места (*справа, там, наверху*), времени (*вчера, тогда, весной, когда*), причины (*сгоряча, почему, потому*)), цели (*назло, зачем, затем*)), междометиями (*эй, стоп, алло*), а также знаками препинания [10; 11].

Предметно-изобразительные представления действий широко используются на фотографиях, знаках дорожного движения, 3D-видеомоделях, мнемосхемах, схемах, пиктограммах в ЭС (рис. 2).

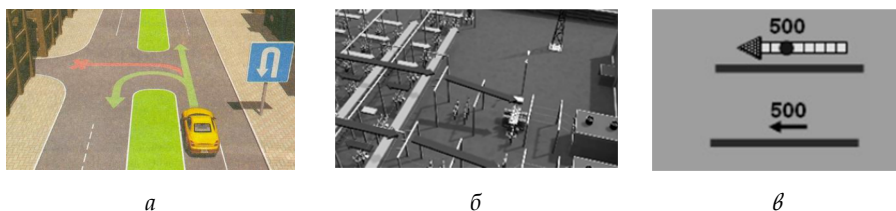


Рис. 2. Предметно-изобразительные представления действий:
a – обозначение направления движения автотранспорта; *б* – обозначение движения энергии электромагнитного поля по шинам подстанции [12]; *в* – обозначение перетока активной мощности по ЛЭП в ситуационной технологии отображения информации «Поднял глаза – и все понял» Л.С. Штейнбока [13]

Выполненные преобразования с треугольником А.И. Уёмова, изображенные на рисунке 1, *в* (с. 45) дают простую и прозрачную категоризацию мира ОТД – мира ресурсов, действий, их свойств и девяти классов отношений ЯОС: «ресурс – ресурс», «действие – действие», «свойство – свойство», «ресурс – свойство» и «свойство – ресурс», «ресурс – действие» и «действие – ресурс», а также «действие – свойство» и «свойство – действие».

Первая особенность модели на рисунке 1, *в* – ее ролевой характер – по сути, сформулирована в перечне девяти классов отношений. Например, «ресурс – ресурс» – неявно выраженное отношение с двумя ролями, причем обе роли играют ресурсы. Ролевой характер придает модели универсальность и делает ее независимой от специфики предметной области ОТУ ЭС. Вторая особенность – ролевой характер модели – может отображаться как в предикативно-вербальном, так и предметно-изобразительном виде.

Символизм базовых форм предметно-изобразительного базиса. На основе исследования [14] и с учетом семантики онтологии моделей мира Т.П. Григорьевой [15] выбраны шесть базовых форм предметно-изобразительного базиса ЯОС предметной области ОТУ региональной ИЭЭ (рис. 3).



Рис. 3. Базовые формы предметно-изобразительного базиса ЯОС ОТУ региональной интеллектуальной электроэнергетики:
 квадрат – символ ресурса; треугольник – символ свойства; стрелка – символ действия;
 круг – символ идеального, сознания, духовного мира; точка – символ квинтэссенции всех знаков; прямая линия – символ разума, составляющая всех геометрических фигур

Квадрат – символ греческой, дуальной модели мира («белое или черное») и линейного мышления: порядок, равенство, постоянство, земля, устойчивость, совершенный тип замкнутого пространства, знак материального мира. Треугольник – символ поверхности, полной физической и телесной гармонии и равновесия. Круг – символ восточной модели мира («белое станет черным» и «белое и есть черное»): целостность, непрерывность и первоначальное совершенство, время, дина-



мизм, бесконечное движение, завершение и исполнение, знак духовного мира. Стрела — символ взлета, силы, действия, целенаправленности, энергии, преодоления пространства, импульса; знак направления, полета, скорости и достижения цели. Точка — символ точечного восприятия мира, она начинает любое явление, лежит в основе всех измерений, порождает в своем развитии линию и движение, выражает самопроявление единичного как Единого, полюс (центр, начало отсчета) единства. Прямая линия — символ разума у пифагорейцев, составляющая всех геометрических фигур, синоним стрелы. Отрезок прямой линии на схемах, рисунках символизирует связь, взаимоотношение, отношение чего-либо (кого-либо) к чему-либо другому (кому-либо другому) как в физическом (реальном) мире, так и в мыслительном и духовном мирах.

Семантика двуединого категориального базиса (ДКБ) языка описания отношений и связей предметной области. Семантика ДКБ выражена посредством отображения соотношения языка и мышления в лингвокультурологических терминах «концепт» и «концептосфера» З.Д. Поповой и И.А. Стернина [16] и в терминах языкознания, психолингвистики, когнитивной лингвистики — «универсальный предметный код (УПК)», «двухзвенный механизм мышления» Н.И. Жинкина [17]. Несмотря на подтверждение когнитивными исследованиями того, что традиционный подход к мышлению как к процессу оперирования четкими логическими понятиями не отражает сущности ментальной деятельности человека-оператора, термины «концепт» и «концептосфера» за редким исключением [18] все еще не вошли в обиход специалистов по искусственному интеллекту (ИИ). Поясним их содержание применительно к обсуждаемой теме.

Концепт в современных науках — сгусток культуры в сознании человека-оператора, то, в виде чего культура входит в его ментальный мир, единица с нечеткими границами, принадлежащая сознанию, детерминируемая культурой и опредмечиваемая в ЯПД и ЯОС. Концепт — это «квант знания» о феномене реального и/или воображаемого мира, единица оперативного мышления человека-оператора, относительно систематизированный набор когнитивных признаков системы ОТУ (мыслительные картинки, рамочные понятия и понятия с плотным ядром, фреймы, сценарии и т.д.). Концепт включает три составляющие: понятийную, образную, ценностную (прагматическую) [19] — и интегрирует информацию, поступающую к оператору извне по разным каналам перцепции, обобщает абстрактные и конкретно-чувственные образы, тем самым отличаясь от других ментальных единиц — понятия и языкового значения.

Концептосфера, по З.Д. Поповой и И.А. Стернину [16], — область мыслительных образов, единиц универсального предметного кода, представляющих собой структурированное знание операторов-диспетчеров, их информационную базу, а семантическое пространство ЯПД — часть концептосферы, получившая выражение (вербализацию, объективацию) в системе языковых знаков (слов, фразеосочетаний, синтаксических структур) и образуемая значениями языковых единиц.

Универсальный предметный код (УПК), по Н.И. Жинкину [17], — несловесный предметно-образный код, наглядные образы, формирующиеся в сознании оператора в процессе восприятия им мира ОТД. Ин-



теллект оператора, для которого предназначается сообщение, не понимает естественного языка. У него есть собственный информационный язык, на котором он строит гипотезы, доказательства, делает выводы, выносит решения и т.д. Единицы УПК – нейрофизиологические единицы, кодирующие и хранящие в биоэлектрической форме знания оператора. Это образы, схемы, картины, чувственные представления, эмоциональные состояния, которые кодируют элементы знаний, объединяя и дифференцируя их в памяти по различным основаниям. Объединяясь в более крупные комплексы, они создают комплексные картины, активизация отдельных элементов которых, выделение в структуре комплексной картины ситуации некого признака представляет собой предикацию. В когнитивной лингвистике есть термины, подобные УПК: образный код, смешанный код, предметно-схемный код, внутренний субъективный код, предметно-изобразительный код, вторичный код, язык мозга, автономный код, индивидуальный код и др. В этой связи терминология, методы, модели и средства онтологической инженерии требуют ревизии как с теоретической, так и с практической позиции.

Понятия концепта (концептосферы) и УПК – фундамент представлений категориального базиса ЯОС мира ОТД в интеллектуальной энергетике (рис. 4).

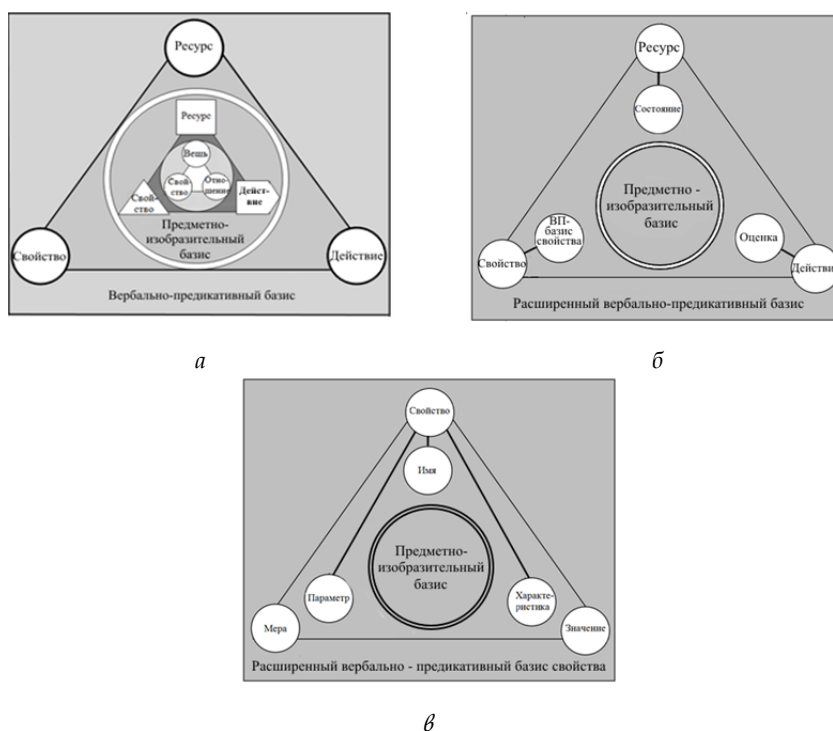


Рис. 4. Категориальный базис языка описания отношений и связей мира ОТД в интеллектуальной электроэнергетике:
а – вербально-предикативный и предметно-изобразительный базисы;
б – расширенный вербально-предикативный базис;
в – расширенный вербально-предикативный базис категории «свойство»



Двуединство предметно-изобразительного (ПИБ) и вербально-предикативного (ВПБ) базиса изображено на рисунке 4, а. Первый представлен серым кругом, в котором показаны два треугольника: внешний, в вершинах которого расположены базовые формы ресурса (квадрат), свойства (треугольник) и действия (стрелка), и внутренний, центральный, «порождающий» треугольник А.И. Уёмова, заключенный в окружность. Если мысленно провести линии со стрелками от его центра к вершинам внешнего треугольника, то на них расположатся (в направлении от центра) последовательности элементов категориального базиса «вещь — форма ресурса — понятие ресурса», «свойство — форма свойства — понятие свойства» и «отношение — форма действия — понятие действия», что слева направо обозначает три уровня психического отражения объективной реальности оператором:

1. Сенсорно-перцептивный уровень, навязываемый интеллекту оператора извне, когда он воспринимает ресурс в том месте, в котором тот находится в данный момент, когда действует на органы чувств.

2. Уровень представлений, вторичных образов ресурсов: образная память как фиксация и воспроизведение образов, возникших при восприятии и воображении, как творческий процесс, создание новых образов трансформацией и комбинированием сохраненных в памяти. При переходе от ощущения и восприятия к представлению изменяется структура образа ресурсов: одни признаки усиливаются, другие редуцируются, предметный образ схематизируется. Этот уровень имеет решающее значение при формировании образов-эталонов — «когнитивных карт», концептуальных моделей, наглядных схем, планов и других «когнитивных образований», необходимых для выполнения оперативной деятельности. Это уровень иконических и индексальных знаков по Ч.С. Пирсу. Данный уровень ПИБ гипотетически соответствует УПК Н.И. Жинкина.

3. Вербально-предикативные, понятийные абстракции и обобщения, зафиксированные в знаках и знаковых системах логического мышления, речемыслительного процесса и рационального познания: математические, графические и другие знаки, а также правила их применения (символические знаки по Ч.С. Пирсу).

Условное движение по стрелкам-векторам от центра соответствует таким когнитивным операциям оперативного мышления, как абстрагирование, обобщение, именованное, категоризация и высказывание. Условное движение к центру — дифференциация, редукция, конкретизация, понимание. В реальном когнитивном процессе оператора-диспетчера ОТУ оба «движения» органически взаимосвязаны, непрерывно переходят одно в другое.

ПИБ «ограничен квадратной оболочкой» ВПБ — словаря лексем, над которым строятся знаковые, предикативные высказывания ЯОС ОТУ.

В квадрат, метафору лексики ЯОС, вписана фигура — ролевая модель категориального ядра «ресурс, свойство, действие» (рис. 4, а). Это треугольная форма с вершинами, обозначенными как «ресурс, свойство, действие», описанная вокруг окружности — метафоры предметно-изобразительного базиса (петли при вершинах опущены). Треугольник «ресурс, свойство, действие» наследует ВПБ от треугольника



А. И. Уёмова (рис. 1, б). На рисунке 4, б, в показано расширение ролевой модели категориального ядра: единицами измерения (мерами), значениями, состояниями, оценками, параметрами (физическими свойствами), характеристиками (характеристическими свойствами) и именами (именными свойствами).

Двуединство ПИБ и ВПБ отражено в содержании понятия «концептосфера» З. Д. Поповой и И. А. Стернина. Из этого следует, что ПИБ-базис получает следующие свойства УПК: 1) непроизносимость, отсутствие материальных признаков слов ЯПД; нет последовательности знаков, а есть изображения, образующие цепь или группировку; 2) обозначаемое здесь одновременно и знак; 3) предметность: когда человек-оператор говорит: «Подстанция Северная», то за буквами или звуками языка он понимает сам ресурс – подстанцию Северная на окраине Калининграда; когда же человек-оператор представляет себе подстанцию Северная, то независимо от каких-либо букв или звуков он имеет в виду сам ресурс как предмет, могущий породить множество электроподстанций Калининградской области; 4) представления как изобразительные компоненты схематичны; 5) схемы ресурсов – единое целое, каждый элемент которого непроизносим, но по нему можно восстановить произносимые слова ЯПД; 6) универсальность языка ПИБ, с которого возможны переводы на все другие языки; 7) язык ПИБ свободен от избыточности, свойственной всем; 8) в языке ПИБ связи, отношения предметны, то есть содержательны, а не формальны, и конвенциональное правило составляется *ad hoc* на время мыслительной операции. Как только мысль переработана в форму ЯПД, ОТД, кодовый, мыслительный прием может быть забыт.

Структурирование знаний операторов интеллектуальной электроэнергетики как концептосферы, построенной на ПИБ и ВПБ, согласуется со следующими свойствами УПК:

1. Без изобразительного языка ПИБ-базиса невозможен никакой ЯПД ВПБ, но и без ЯПД внутренняя, изобразительная речь бессмысленна.

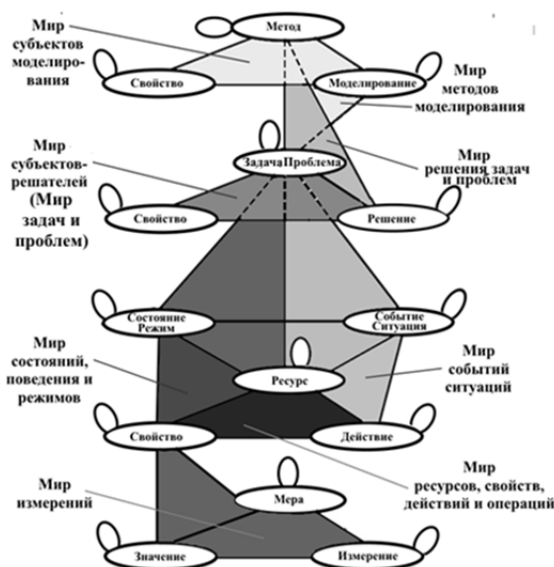
2. Применение ЯПД в коммуникации возможно только через фазу внутренней речи ПИБ. Решение мыслительной задачи, то есть поиск контролируемого выхода из проблемной ситуации, в определенном отношении отображается в ЯПД в переосмыслении лексических значений. Зарождение мысли (постановка задачи) осуществляется в языке ПИБ. Представление так же, как и ресурс, который оно представляет, может стать предметом бесконечного числа высказываний, что затрудняет речь, но побуждает к высказыванию.

3. Механизм мышления человека-оператора реализуется в двух противостоящих динамических звеньях – предметно-изобразительном коде (внутренняя речь) и речедвигательном коде (экспрессивная речь). В первом звене мысль задается, во втором она передается и снова задается для первого звена. Именно эта двухзвенность механизма мышления человека-оператора резко отличает его от искусственных устройств с применением формально-логических средств переработки поступившей информации. Понимание – перевод с ЯПД на внутренний язык. Обратный перевод – высказывание.



Структурирование языка отношений и связей ОТУ

Одна из возможных предметно-ориентированных концептуальных схем для структурирования ЯОС ОТУ показана на рисунке 5, а.



а



б

Рис. 5. Отображение концептуальной схемы языка отношений и связей ОТУ в схему «Система ОТУ» региональной интеллектуальной электроэнергетики: а – концептуальная схема для структурирования ЯОС: овалы – вершины – концепты знаний об объективных и субъективных ресурсах, свойствах и действиях; отрезки прямых линий и петли – концепты о субъективных, чувственно не воспринимаемых отношениях и связях ресурсов, свойств и действий; б – система ОТУ ЭС, в состав субъекта управления которой входит «амплинус-партнер» – когнитивная гибридная интеллектуальная система: ППС – преобразователь в прямой связи; ОУ – объект управления; ПОС – преобразователь в обратной связи



Схема получена внесением актуальных для мира ОТД изменений в схему, представленную в работе [6, с. 83]. Понимать концептуальную схему на рисунке 5, а следует в двуединстве категориального базиса ЯОС ОТУ (ПИБ и ВПБ), а вершины-овалы — как концепты, «сгустки» информации, кванты знания (по З.Д. Поповой и И.А. Стернину). Иными словами, каждый концепт, отраженный на схеме, включает три составляющие: понятийную, образную и ценностную (прагматическую), причем центральное место ядра отдано образному, схематизированному представлению, а периферийное — понятийному, словесному окружению. Проще говоря, гипотетически предлагается сменить парадигму раскрытия онтологической семантики объективной и субъективной реальности исключительно языковыми, предикативными, последовательными средствами на парадигму комбинирования, интегрирования их с предметно-изобразительными инструментами, а также перейти к эксплуатации в ОТУ интеллектуальной электроэнергетики формулы «содержание знака = изображение + текст». Последняя, ценностная составляющая специфицируется как трансформация, демпфирование содержания знака «когнитивный образ объекта ОТУ» в содержание знака «оперативный образ объекта ОТУ». Отрезками прямых линий и привершинными петлями на схеме обозначены концепты классов отношений и связей, понимаемых аналогично вершинным концептам, содержание которых раскрывается по такой же формуле. На ней отображено восемь взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом схем, названных моделями миров, чтобы подчеркнуть определенную связь с моделью мира ОТД для организации системы ОТУ в региональной интеллектуальной электроэнергетике.

На нижнем уровне показана модель мира измерений (действий) значений свойств-параметров посредством мер. От совершенства измерений во многом зависит и качество ОТУ в региональной интеллектуальной электроэнергетике: для совершенной системы измерений может быть построена и совершенная система интеллектуального управления. Мир измерений связан с миром ресурсов, свойств, действий и операций трехролевой моделью «значение — мера — свойство», изображенной в вертикальной плоскости, что отображает телеметрию информации в мир ресурсов, свойств, действий и операций, представлений и трансформации когнитивного и оперативного образов уже в другой информационной модели. В этом мире актуальны концепты *состав, иерархия, структура, процесс, маршрут, сеть, место* (где находится ресурс), *расположение* (пространственное отношение ресурса и окружения), *положение* (ресурса относительно других статичных ресурсов).

Над миром ресурсов, свойств и действий отражены еще два мира: мир событий и ситуаций и мир состояния, поведения и режимов. В первом из них существуют знаки событий — мгновенных действий, значимых для субъекта ОТУ изменений в окружающей объективной реальности, в его поведении и внутреннем мире, и знаки ситуаций — сочетаний условий и обстоятельств, создающих определенную обстановку, положение. Во втором существуют знаки несколько других



представлений, обнаруживаемых через «мгновенное сечение» параметров элементов электросети, например через электродвижущую силу источников и задающие токи (мощности) нагрузок ОГУ, — то есть знаки состояний, а также знаки параметров режима (например, значения частоты, токов в ветвях, напряжений в узлах, полной, активной и реактивной мощностей электропередачи, несимметрии, несинусоидальности) и поведения (траекторного движения состояний).

Субъект ОГУ в схеме многоуровневой концептуальной модели представлен мирами задач и проблем и их решений. Задача (англ. problem) в понимании В.Ф. Спиридонова [20] — психологическая конструкция: 1) условие запуска мыслительного процесса; 2) форма взаимодействия с неопределенностью. Концепт «однородная задача» (англ. homogeneous problem) — объект внутреннего мира субъекта ОГУ, ментальная конструкция, не содержащая частей (других задач), отличающихся по составу или свойствам. Проблема (англ. complex problem, ill-structured problem), по В.Ф. Спиридонову, — затруднительные условия без явно сформулированной цели или четкая цель, не связанная со сложившимися неблагоприятными условиями. Концепт «проблема» по содержанию ближе к категориям обусловленности, причины, а концепт «задача» — к категориям результативности, следствия и действия. Концепт «неоднородная задача» (англ. heterogeneous, inhomogeneous problem) — это объект внутреннего мира субъекта ОГУ, характеризующийся количественной и качественной различимостью состояния субстанции средствами разума, это ментальная конструкция-система из однородных (обслуживающих) задач, отображенная отношениями деконпозиции. В этом мире актуальны концепты *цель* (образ, идеальный или мысленно представленный конечный результат деятельности, то, чего нет еще реально, но что должно быть получено в ее итоге [21]), *функция* (фаза) *управления*¹ (тип управленческой деятельности, характеризующейся той или иной активностью взаимодействия субъекта и объекта ОГУ, реализуемой приемами, методиками, организацией действий и операций), *оценка*, *ценности*, *убеждения*, *предпочтения*, *эмоции*, *мотивы* и *желания*.

Мир решения задач и проблем отображен триадой «задача (проблема) — метод — решение». Мир решения в этой триаде специфичен и для субъекта ОГУ избыточен в том смысле, что концепт «метод» для успешной работы субъекту ОГУ не нужен: ему не требуется ни сознательное управление психологическими механизмами, ни даже знание о них [20]. Реальный психологический механизм — автономный (во многом независимый от сознательного управления), результативный, несущий предметно-смысловое содержание, обладающий пространственной и временной ориентацией психический процесс. Основная функция психологического механизма решения — преобразование содержания задачи или проблемы, обеспечивающее достижение искомо-

¹ Российская школа выделяет следующие функции: целеполагание, учет, контроль, анализ, нормирование, прогнозирование, регулирование, планирование, организация, координация, мотивация, коммуникация и принятие решений),



го результата [20]. В.В. Петухов [22] называет три принципиальных мыслительных механизма, обеспечивающих решение разноплановых задач: 1) случайный (решение задачи происходит случайно на основании неожиданного совпадения каких-либо элементов проблемной ситуации и элементов прошлого опыта или собственных действий решателя); 2) целенаправленный (появление цели упорядочивает поток ассоциаций и жестко подчиняет его логике движения к ней); 3) целостный (усмотрение конфликта в структуре задачи-системы «заставляет» решателя двигаться в определенном направлении, перебирая способы разрешения конфликта в рамках целого до момента обнаружения решения (инсайта), связанного обычно с ярким переживанием).

В отличие от задачи, решение проблем, согласно по В.Ф. Спиридонову, – сложный, многосторонний процесс, исследования психологических механизмов которого в литературе представлены весьма ограниченно и включают самоопределение решателя и изменение представления проблемы (ее переработку) в ходе решения [20].

Первый механизм учитывает, что сам человек – принципиальная часть проблемы, с которой он сталкивается. Понятие «самоопределение» фиксирует собственную позицию решателя (индивидуального или группового) по следующим вопросам: содержание проблемы и его место в ней; процедура разрешения; требуемые результаты; уточнение субъективных координат и состава проблемного поля, своего места в поле; прояснение формулировки проблемы и итоговой цели; описание критериев успешного результата; определение зон ответственности за достижение решения; самоопределение по ценностям и интеллектуальная работа по выбору или построению этой позиции.

Второй механизм связан с замещением проблемы ее субъективным аналогом – представлением проблемной ситуации (декомпозицией), то есть осмысленной, относительно устойчивой, непосредственно данной решателю мыслительной конструкцией, направляющей и упорядочивающей процесс решения. В такой модели совмещается разнообразие информации о ресурсах, времени, целях, ценностях, убеждениях, эмоциях и т.д., из которых строится проблемная ситуация. В ней подчеркиваются одни моменты и маскируются другие. У экспертов представление проблемы – это связанная и иерархически выстроенная система обслуживающих задач, предопределяющих средства своего решения. Успешность преодоления проблемы зависит от качества системы задач, в которую ее удастся коллективно превратить. Построение такой системы в конкретном случае, для конкретной проблемной ситуации носит название планирования. Именно наличие декомпозированного представления достаточно четкой и разветвленной системы задач – необходимое свойство решенной проблемы.

Очевидно, что мир решений должен быть связан еще с одним миром – исполнения оперативных действий, в котором реализуются решения задач операциями в объекте ОТУ. Мир исполнения не показан на рисунке 5, а, однако это не значит, что его концептуальная схема проще, чем для других миров.



Еще одна специфическая онтологическая особенность семантики мира решения задач и проблем заключается в том, что составляющий триаду «задача (проблема) — метод — решение» концепт «метод» является одновременно и составной частью триад «задача (проблема) — метод — моделирование» мира методов моделирования и «метод — свойство — моделирование» мира субъектов моделирования. Если в мире решения задач концепт «метод» раскрывает свое содержание как «реальный психологический механизм» решения задачи (проблемы) человеком — оператором ОТУ, то в мирах субъектов моделирования и методов моделирования содержание этого концепта иное: метод (от греч. *methodos* — путь исследования или познания, теория, учение) — совокупность приемов и операций практического или теоретического освоения действительности, подчиненных решению конкретной задачи (проблемы) [23]. «Кроме убеждений, нужны знания, которые можно приобрести, и методы, которые можно освоить», — утверждал Б. Брехт. Среди многообразия научных методов одно из ведущих мест занимает моделирование — исследование объектов познания на их моделях. Работы российских и зарубежных ученых привели к разработке огромного многообразия методов, применяемых для моделирования решения задач в больших системах. Однако, по мнению многих специалистов, в частности О.И. Ларичева [24], наиболее заметное влияние на развитие методов моделирования деятельности человека в системах управления оказывают исследование операций, системный анализ, ИИ и принятие решений. Многообразие мира методов моделирования и, как следствие, моделей, наработанных в научных школах для многих предметных областей, следует отнести к одному из самых заметных результатов XX столетия. Однако именно из-за многообразия эти достижения бываете подчас трудно использовать на практике, поскольку это требует от исследователя прежде всего широкого кругозора для сравнительного анализа и выбора метода в сочетании с глубокими знаниями конкретного инструментария, а также тенденций развития мира методов моделирования в целом. Рожденный в умах ученых метод, носящий в силу этого, безусловно, какие-то личностные черты своего создателя, будучи формализованным на некотором языке, будь то язык математики, моделирующих алгоритмов или др., начинает свою «жизнь» в мире методов моделирования. В жизни применительно к миру задач проявляется его ограниченность, то есть достоинства и недостатки, сильные и слабые стороны. Будучи изученным другими специалистами, имеющими свое субъективное видение внешнего мира, свои профессиональные знания, метод может быть ими несущественно модифицирован либо качественно видоизменен настолько, что превратится уже в другой, новый метод. Такая деятельность в мире методов моделирования приводит к явлениям, когда чистый метод (первооснова) очень скоро просто перестает существовать, в буквальном смысле впитывая в себя многочисленные «дополнения» и «изменения», как правило заимствуемые из других методов, в которых недостатки, характерные для метода-оригинала, отсутствуют. В итоге в мире методов моделирования



происходят изменения методов-сущностей, вызванные корректировкой свойств методов. Эти изменения можно назвать мутацией метода. Кроме мутации миру моделирования присущи и такие явления, как отбор методов-родителей для разработки нового метода-потомка, а также оценка метода-потомка с точки зрения поставленных создателями целей. Данный процесс можно рассматривать как эволюцию популяции методов в мире методов моделирования и попытаться распространить на него подходы, принятые в генетике. Для этого необходимо прежде всего обратиться к микро- и макропредставлениям.

Один из первых шагов к микроуровневому представлению метода был сделан в классификации, группирующей методы по схеме-модели, языку описания модели и процедурам поиска (получения) решения на модели, открывающим путь к объяснению таких явлений, как «появление нового класса методов», «приспособленность метода», «развитие новых методов за рамками ограничений существующих методов» и др. [6]. Схема — концептуальное описание в некоторой теории (например, «система массового обслуживания», «операция», «игра»). Язык описания модели включает базовые и производные от них знаки, имеет грамматику. Процедура решений на модели — деятельностная, алгоритмическая составляющая, реализующая путь к результату и формирующая разнообразие методов.

Метод и модель — два тесно взаимосвязанных друг с другом объекта. С одной стороны, будучи разработанной в соответствии с некоторым методом, модель, а далее и машинная программа всегда будут несвободны, связаны его свойствами, наследуя все его плюсы и минусы. С другой стороны, будучи созданной, модель выступает в роли метода, инструмента решения задач, и вполне естественно, что метод приобретет свойства модели. Более того, метод не может выйти за рамки своей концептуальной модели и наследует от нее структурирование внешнего мира, понятийный аппарат, что во многом определяет силу и возможности метода. По существу, спецификация метода — ограничения некоторой ниши в популяции методов. Если речь идет о выборе метода для решения задачи, то выход за пределы ниши означает, что ограничения, введенные в схеме концептуальной модели метода, не устраивают разработчика (например, слишком сильные и модель может получиться неадекватной оригиналу) и он вынужден искать инструмент за пределами ниши. Он может продолжить процедуру выбора, перейдя в другую, третью и т.д. ниши, и это, возможно, приведет к тому, что необходимый компромисс «ограничения — адекватность» будет найден и метод, наконец, будет идентифицирован.

Однако при решении проблем, то есть неоднородных задач — систем, значительно чаще компромисса достичь не удается. Поиск по нишам ничего не дает, и возникает необходимость выхода за рамки ограничений уже известных методов. Для проблемы, с изменчивостью ее состава и структуры, нет и не может быть релевантных ниш, а метод ее решения должен быть получен конструированием структуры над некоторой совокупностью ниш. В пределах одной ниши могут быть построены модели, которые Л. Медскер называет автономными [25],



чтобы подчеркнуть их несвязанность (автономность) с другими моделями, построенными в соответствии с нишевыми, автономными методами. Автономный базис — некоторое количество классов методов моделирования, предназначенных для использования в мире субъектов моделирования с целью создания разнообразия генетического материала при синтезе интегрированных методов и моделей. Таких классов семь: фундаментальные аналитические зависимости, имитационное статистическое моделирование, экспертные системы (англ. Knowledge Based Systems — системы, использующие для рассуждений базы знаний), нечеткие системы (англ. Fuzzy Logic Systems — системы нечеткого моделирования посредством нечеткого вывода), искусственные нейронные сети (англ. Artificial Neural Nets — сетевая модель, состоящая из математических моделей биологических нейронов, способная обучаться на примерах, адаптируя свои параметры и извлекая и фиксируя знания из примеров), генетические алгоритмы (англ. Genetic Algorithms — алгоритмы, оперирующие с рядами бинарных цифр (нулей и единиц), имитирующие эволюцию на популяции хромосом и использующие механизмы селекции и репродукции по аналогии с живой природой) и СВР-системы (англ. Case Based Reasoning — рассуждения на основе прецедентов).

Концепт «метод» входит и как составляющая в триаду мира субъектов моделирования. При этом, следуя междисциплинарной «теории больших систем» Г.С. Пospelова, социальным взглядам на природу интеллекта М. Минского, принципам организационно-системного подхода в ИИ В.Б. Тарасова и гибридного интеллекта В.Ф. Венды, деятельность разработчика «автоматического партнера» (по Р. Шенку [26]) или «амплинус-партнера» (от лат. *amplifico* — ‘увеличивать, усиливать’ и др.-греч. νοῦς — ‘мысль, разум, ум’) диспетчера-оператора ОТУ (рис. 5, б) рассматривается в контексте интегрированных интеллектуальных систем, по Г.В. Рыбиной [27], и гибридных интеллектуальных систем (ГиИС), по А.В. Колесникову [6]. Наконец, на верхнем уровне показан еще один мир — мир моделирования. Это уже не мир системы ОТУ региональной ЭС, это мир проектирования системы интеллектуального управления региональной электроэнергетикой. Основные роли в нем играют субъекты моделирования — модельеры (постановщики задач, алгоритмисты, программисты и др.), владеющие некоторым количеством, а может быть, и одним-единственным методом решения задач.

К настоящему времени термин «интеграция» широко применяется в информатике, биологии, физике, химии, в политике, социальной и культурной сферах. Самое простое и наиболее широко употребляемое значение этого термина — объединение, взаимопроникновение.

Интеграция (от лат. *integer* — полный, цельный, ненарушенный) — процесс или действие, имеющие своим результатом целостность; объединение, соединение, восстановление единства [28]. Интеграция носит характер инсайта, высвечивания какого-то пространства светом осознания, как фонарик высвечивает из тьмы какое-то пространство: у од-



ного субъекта фокус этого фонаря четок, ясен, у другого — рассеян; у одного свет сильный, как прожектор, у другого — слабый и еле теплится [29].

Интегрированный метод — подмножество отношений интеграции, заданное на множестве генотипов автономных методов, содержащем минимум две структуры методов работы с различными видами знаний [6].

Интегрированная модель — некоторое подмножество отношений интеграции, заданное на множестве автономных моделей, содержащем минимум две модели с различными видами знаний.

Элемент (компонент) ГиИС — модельный ресурс одного из автономных базисов ГиИС для моделирования решения однородной задачи (функциональный или технологический).

Гетерогенное модельное поле (ГМП) — множество элементов ГиИС, построенных на как минимум двух разных классах методов автономного базиса. ГМП может быть функционально избыточно и включать несколько функциональных элементов для решения одной и той же однородной задачи.

Архитектура ГиИС — упорядоченное в соответствии с декомпозицией проблемы ГМП с технологическими элементами межмодельного интерфейса.

Гибридная интеллектуальная система, по А. В. Колесникову, — схема, способ видения мира, неоднородность информации, касающаяся организации пространства [30], система, в которой для решения задачи используется более одного метода имитации интеллектуальной деятельности человека [31].

Однако ГиИС не способны задействовать правосторонние, предметно-изобразительные (визуально-образные) представления и рассуждения оператора, заставляют его мыслить исключительно логически, не обеспечивают интуитивное принятие решений на основе демонстрируемого образа проблемной ситуации и предлагаемых вариантов ее понимания. В этой связи Калининградская школа ИИ свои усилия направляет на фундаментальную научную задачу развития теории интеллектуального управления технологически сложными, динамическими объектами в условиях разнообразия и неопределенности информации, в частности на отдельные аспекты этой теории: 1) создание новых эффективных, интегрированных моделей представления знаний и организация мягких вычислений методами ГиИС; 2) когнитивное моделирование механизмов категоризации, концептуализации, структурирования, трансформации, именования и деформации когнитивных и оперативных образов ситуаций и состояний; 3) методологии и технологии разработки и применения нового класса систем ИИ, когнитологии и когнитивной инженерии — *когнитивных гибридных интеллектуальных систем (КГиИС)*.

Центральная задача когнитологии состоит в создании когнитивных технологий — высокотехнологичных инструментов и процедур, улучшающих оценку актуальной ситуации человеком-оператором и результативность его деятельности [32].



Когнитивная эргономика (КЭ, когнитивная инженерия) изучает психические процессы (восприятие, память, мышление) и двигательные реакции (действия), влияющие на взаимодействие человека и других элементами системы «человек – машина». В предметную область КЭ входят когнитивный анализ задачи, умственная нагрузка, диагностика, понимание, принятие решений, планирование, производительность труда, взаимодействие «человек – машина», надежность человека-оператора, стресс и обучение, дизайн человеко-машинных систем [33]. Когнитивная эргономика (иногда известная как когнитивная инженерия) уделяет особое внимание анализу когнитивных процессов, необходимых операторам в современных сложных системах с высокой динамикой технологических процессов, а именно диагностике, пониманию ситуации, принятию решений и планированию, когнитивному анализу задачи (методам выявления психических потребностей и познавательных навыков для выполнения задачи). Инструменты КЭ: дизайн «человек-машина», ориентированный на пользователя и взаимодействие человека-оператора и компьютера; информационно-технологические системы, поддерживающие когнитивные артефакты; управление познавательной нагрузкой, надежность человека-оператора. Пионером когнитивной инженерии считается Энид Мамфорд (англ. Enid Mumford), британский социолог, профессор Манчестерского университета.

Когнитивный искусственный интеллект – самообучающийся или самосовершенствующийся ИИ. В рамках ИИ разрабатываются искусственные когнитивные системы, накапливающие знания в процессе обучения [34].

Когнитивная система – компонент сознания / разума человека и его общей человеческой когниции, обладающий собственными механизмами и сферами действия, характеризуемый как результат взаимодействия определенного набора модулей [35].

Когнитивное моделирование – построение когнитивной модели речи, зрительного восприятия и т.д., характеристика процесса категоризации в естественном языке. Когнитивные модели бывают пропозициональные, схематические (образные), метафорические и метонимические [35]. Когнитивное моделирование предполагает исследование сущности когнитивных функций в широком смысле посредством их эмпирического изучения и моделирования [36].

В рамках рассмотренной терминологии можно дать следующее максимально общее и разумное определение КГиИС.

Когнитивная гибридная интеллектуальная система – гибридная интеллектуальная система, элементы гетерогенного модельного поля которой комбинируют предметно-изобразительные и предикативно-вербальные представления, над которым ситуативно синтезируются интегрированные модели, используемые в двухзвенном механизме понимания и высказываний в качестве метода разрешения возникшей проблемы.



Идея КГиИС высказана в 2009–2012 гг. основателем инженерии образов И.Б. Фоминых [37]. В 2015 г. А.В. Колесников и В.И. Данишевский предложили архитектурную схему ГиИС с когнитивной компонентой для мониторинга и управления качеством электроэнергии [38]. В 2017 г. опубликовано несколько работ: А.Н. Аверкин, С.А. Ярушев и В.Ю. Павлов создали модели для поддержки принятия решений в динамических ситуациях со слабой структурированностью, основанной на гибридной системе, интегрирующей нечеткую иерархическую модель оценивания и нечеткую когнитивную модель ситуации [39]; С.В. Ульянов с соавторами разработали гибридные когнитивные нечеткие системы управления автономным роботом [40]; Л.В. Массель и В.Р. Кузьмин предложили семиотический подход к интеграции методов ситуационного управления, семантического моделирования и когнитивной графики применительно к электроэнергетике [41]. В 2012–2018 гг. А.А. Башлыков и А.П. Еремеев создали интегрированную интеллектуальную систему реального времени «СПРИНТ-РВ» с когнитивной составляющей «глобус Башлыкова» [42].

Заключение

С опорой на параметрическую общую теорию систем и логическое исчисление на двух триадах категорий А.И. Уёмова – «вещь, свойство, отношение» и «определенное, неопределенное, произвольное», а также на современное содержание и употребление терминов «концепт» и «концептосфера» З.Д. Поповой и И.А. Стернина и универсальный предметный код Н.И. Жинкина специфицированы категориальное ядро «ресурс, свойство, действие», символизм базовых форм и предметно-изобразительное кодирование двуединого категориального базиса ЯОС объекта ОТУ.

Уточнена и детализирована применительно к специфике объекта ОТУ ЭС концептуальная схема ЯОС и разработано ее отображение в схему «Система ОТУ», субъект управления которой включает «амплинус-партнера» – когнитивную гибридную интеллектуальную систему, толкование содержания которой дано в рамках когнитивной инженерии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00208.

Список литературы

1. Колесников А.В., Румовская С.Б., Ясинский Э.В., Солдатов С.А. Интеллектуализация оперативно-технологического управления региональной электроэнергетикой методами когнитивных гибридных интеллектуальных систем. Часть 1 // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2020. №3. С. 57–87.
2. Колесников А.В., Румовская С.Б., Ясинский Э.В., Демьянец Р.В. Интеллектуализация оперативно-технологического управления региональной электроэнер-



гетикой методами когнитивных гибридных интеллектуальных систем. Часть 2 // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канга. Сер.: Физико-математические и технические науки. 2020. №3. С. 38–50.

3. Уёмов А.И. Вещи, свойства, отношения. М., 1963.
4. Брон О.Б. Поле как вид материи // Электричество. 1954. №7. С. 3–10.
5. Федоров В.К. Материя, разум, бог // Омский научный вестник. 2001. №12. С. 58–59.
6. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы. Теория и технология разработки / под ред. А.М. Яшина. СПб., 2001.
7. Гальперин П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. М., 1985.
8. Меццарьякова Б.Г., Зинченко В.П. Большой психологический словарь. М., 2003.
9. Ожегов С.И. Словарь русского языка / под ред. Н.Ю. Шведовой ; 9-е изд., испр. и доп. М., 1972.
10. Кавинкина И.Н., Анисимова Е.А. Глагол. Наречие. Служебные части речи и другие классы слов : учеб. пособие. Гродно, 2010.
11. Русский язык : в 2 ч. Ч. 2 : Синтаксис : учеб. для студ. сред. пед. учеб. заведений / Земский А.М. [и др.] ; 13-е изд., стер. М., 2000.
12. Визуализация подстанции // Кафедра ЭЭ НФ МИСиС. 2015. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=L1pldj2hg7Y> (дата обращения: 20.10.2020).
13. Штейнбок Л.С. Ситуационная технология отображения информации. М., 2017.
14. Колесников А.В., Листопад С.В. Концептуально-визуальные основы виртуальных гетерогенных коллективов, поддерживающих принятие решений // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы : матер. III Всерос. Поспеловской конф. с междунар. участием / под ред. А.В. Колесникова. Калининград, 2016.
15. Григорьева Т.П. Китай, Россия и Всечеловек. М., 2011.
16. Попова З.Д., Стернин И.А. Лексическая система языка: Внутренняя организация, категориальный аппарат и приемы описания : учеб. пособие. М., 2011.
17. Жинкин Н.И. Речь как проводник информации. М., 1982.
18. Знаковая картина мира субъекта поведения / Г.С. Осипов, А.И. Панов, Н.В. Чудова, Ю.М. Кузнецова. М., 2018.
19. Слышкин Г.Г. Лингвокультурные концепты прецедентных текстов. М., 2000.
20. Спиридонов В.Ф. Психология мышления: Решение задач и проблем : учеб. пособие. М., 2006.
21. Завалова Н.Д., Ломов Б.В., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М., 1986.
22. Петухов В.В. Психология мышления : учеб.-метод. пособие. М., 1987.
23. Спиркин А.Г. Метод // Большая Советская энциклопедия. Т. 16. М., 1974. С. 162.
24. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. М., 1987.
25. Medsker L. R. J. Hybrid Intelligent Systems. Kluwer Academic Publ., 1995.
26. Schank R. C., Hunter L. The quest to understand thinking // Byte. 1985. №10 (4). P. 143–155.
27. Рыбина Г.В. Интегрированные экспертные системы: современное состояние, проблемы и тенденции // Известия РАН. Теория и системы управления. 2002. №5. С. 111–126.
28. Интеграция // Философский энциклопедический словарь. URL: <https://rus-philosophy-enc.slovaronline.com/993-интеграция> (дата обращения: 18.04.2021).
29. Козлов В. В., Донченко И. А. Направленные визуализации: теория и метод. Запорожье, 2015.



30. Колесников А.В. Функциональные гибридные интеллектуальные системы визуального управления // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы : матер. IV Всерос. Пospelовской конф. с междунар. участием. Калининград, 2018. С. 18–81.
31. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Ч. 1: Теория и технология разработки : монография / П.М. Клачек, С.И. Корягин, А.В. Колесников, Е.С. Минкова. Калининград, 2011.
32. Величковский Б.М., Вартанов А.В., Шевчик С.А. Системная роль когнитивных исследований в развитии конвергентных технологий // Вестник Томского государственного университета. 2010. №334. С. 186–191.
33. Когнитивная эргономика. URL: https://ru.qwertyu.wiki/wiki/Cognitive_ergonomics (дата обращения: 18.04.2021).
34. Станкевич Л.А., Юревич Е.И. Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике : учеб. пособие. СПб., 2012.
35. Краткий словарь когнитивных терминов / Е.С. Кубрякова, В.З. Демьянков, Ю.Г. Панкрац, Л.Г. Лузина ; под общ. ред. Е.С. Кубряковой. М., 1997.
36. Г.С. Осипов. Методы искусственного интеллекта. М., 2011.
37. Фоминых И.Б. Инженерия образов, творческие задачи, эмоциональные оценки // Онтология проектирования. 2018. Т. 8, №2. С. 175–189.
38. Колесников А.В., Данишевский В.И. Моделирование коллективного принятия решений в региональной энергосистеме методами гибридных интеллектуальных систем с когнитивной компонентой / Шестая Международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» (15–20 июня 2015 г., г. Светлогорск, Россия) : тр. конф. : в 2 т. М., 2015. Т. 2. С. 17–23.
39. Аверкин А.Н., Ярушев С.А., Павлов В.Ю. Когнитивные гибридные системы поддержки принятия решений и прогнозирования // Программные продукты и системы. 2017. №4. С. 632–642.
40. Ульянов С.В., Решетников А.Г., Мамаева А.А. Гибридные когнитивные нечеткие системы управления автономным роботом на основе нейроинтерфейса и технологии мягких вычислений // Программные продукты и системы. 2017. №3. С. 420–424.
41. Массель Л.В., Кузьмин В.Р. Ситуационное исчисление как развитие семиотического подхода к построению интеллектуальной системы поддержки принятия решений // Вестник Новосибирского государственного университета. Сер.: Информационные технологии. 2017. Т. 15, №4. С. 43–52.
42. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике : учебник. М., 2018.

Об авторах

Александр Васильевич Колесников – д-р техн. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

София Борисовна Румовская – канд. техн. наук, науч. сотр., Калининградский филиал ФИЦ ИУ РАН, Россия.

E-mail: sophiyabr@gmail.com

Эрик Викторович Ясинский – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; ведущий разработчик, ООО «Роуттех», Россия.

E-mail: ejasinski96@gmail.com



Александр Вадимович Барзенков — ассист., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: cbv-k@mail.ru

The authors

Prof. Alexander V. Kolesnikov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: avkolesnikov@yandex.ru

Dr Sophiya B. Rumovskaya, Research Fellow, Kaliningrad branch of the FRC «Computer Science and Control» of the RAS, Russia.

E-mail: sophiyabr@gmail.com

Eric V. Yasinsky, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University; Lead Developer, Ltd «Routtech», Russia.

E-mail: ejasinski96@gmail.com

Alexander V. Barzenkov, Assistant, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: cbv-k@mail.ru