

V. V. Chernokulsky, N. V. Razmochaeva
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

DEVELOPMENT OF THE APPROACH TO THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF FORMING THE ASSORTMENT OF PRODUCTS FOR RETAIL OUTLETS

The problem of forming the assortment of retail outlets for the purpose of increasing the retailer company's profit relevant is considered. It is shown that automation of this process is required due to the circumstances, such as the need to analyze a large number of sales data, and, most importantly, the process takes a lot of time and employees effort. Special attention in the article is given to the need to automate this process, because automation will increase the speed of work not only for a single employee, but for the whole company. A comparative analysis of analogues is carried out and the advantages of using artificial neural networks for solving such problems are grounded. The structure of tasks solved in the process of forming the assortment is presented. The approach to the solution of the problem is developed, various variants of organization of the network structure, namely the input and output layers of the network, are considered, and the most informative method is presented. The actual tasks for the development of work in the future are formulated.

Neural networks, forecasting, optimization, retail, assortment of products

УДК 519.7+681.51

Т. Л. Качанова, Б. Ф. Фомин, О. Б. Фомин
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Производство научно-достоверного знания об онтологии открытых систем

Дан краткий обзор концепции, научного подхода, методологических оснований, принципов, аксиом и главных научных результатов, положивших начало новой киберфизической парадигме системных исследований открытых природных, общественных, антропогенных и сложных технических систем. Главными целями этой парадигмы стали: автоматическое производство из больших массивов слабоструктурированных полимодальных гетерогенных эмпирических данных научно-достоверного знания об общей онтологии открытых систем с сотнями и тысячами показателей; глубокое автоматическое исследование полученного онтологического знания для его полного научного понимания и рационального объяснения; автоматический анализ полноты и завершенности (ценности) знания; автоматическое формирование ресурсов знания об общей онтологии открытых систем и системных проблем.

Открытые системы, большие данные, физика открытых систем, онтологическое знание, извлечение знания из эмпирических данных, ценность онтологического знания, многомерная знание-центрическая системная аналитика

Открытые системы обмениваются с окружающей средой веществом, энергией, информацией. Их организацию, «жизнедеятельность», состояния и эволюцию определяют фундаментальные законы, пока еще не известные науке. Для производства достоверного знания об открытых системах нужна развитая теория. Такая теория возникла в рамках междисциплинарного направления «Физика открытых систем» (ФОС) [1]. Ее сверхзадачей является научное понимание сущ-

ности сложности и рациональное объяснение глубокой взаимосвязи сложности с законами природы. ФОС воспринимает сложность систем как сложность движения.

Эмпирической наукой созданы и продолжают с нарастающим темпом создаваться большие данные об открытых системах. В середине 90-х гг. возникло новое направление ФОС, в рамках которого идет становление киберфизической парадигмы системологии, нацеленной на исследова-

ния открытых природных, общественных, антропогенных и сложных технических систем, заданных эмпирическими описаниями [2]–[4]. *Далее речь идет исключительно об этой новой парадигме ФОС.* ФОС применяется к любой самодостаточной целокупности эмпирических данных, представляющих определенный срез исследуемой системы в ее естественных масштабах и реальной сложности. Ее главной задачей является преодоление фундаментальной сложности открытых систем.

Научное знание не может быть получено из эмпирических данных чисто логическим путем. Онтологии научного и эмпирического знания сильно различаются. ФОС производит научно-достоверное знание об онтологии открытых систем из больших массивов слабоструктурированных полимодальных гетерогенных эмпирических данных. Научные методы ФОС воплотились: в технологии автоматического извлечения онтологического знания об открытых системах непосредственно из эмпирических данных; технологии научного понимания и рационального объяснения полученного знания; технологии анализа ценности (правильности, полноты, завершенности) знания, технологии применения онтологического знания об открытых системах для аналитической, проективной и когнитивной деятельности. На базе ФОС идет освоение больших объемов данных, накопленных эмпирической наукой, создаются и поступают в эксплуатацию базы научно-достоверного онтологического знания, производятся информационные, интеллектуальные, когнитивные и технологические ресурсы знания и ресурсы решения сложных системных проблем. ФОС способствует преодолению технологических барьеров междисциплинарного взаимодействия, ускорению динамики, повышению гибкости совместных и сопряженных исследований крупномасштабных системных проблем в различных областях знания. Методы и технологии ФОС привели к становлению многомерной знание-центрической компьютерной аналитики открытых систем с сотнями и тысячами показателей, действующей автоматически без обращения к экспертному знанию, субъективному анализу и интерпретациям.

Концепция ФОС. Понятие «Система» является первичным и главным понятием ФОС. В нем получает свое выражение универсальный концентрированный образ смыслов явления реального мира, организующий научное понимание и раци-

ональное объяснение эмпирических фактов. Наряду с понятием «Система» ключевую роль при концептуализации ФОС играют понятия:

– *отношение* – условие системности реального мира; воплощение принципа всеобщности связей; проявление единства целого; носитель идеи необходимости, общезначимости и регулярности;

– *гармония* – фундаментальное основание единства целого, постигаемое через самосогласованность, самодвижение, внутреннюю обусловленность и порядки;

– *симметрия* – конкретный физический эквивалент гармонии; гармонически сопряженное единство, основанное на начале формы; фундаментальная закономерность субстанциального уровня природы; инструмент обнаружения скрытых форм системной организации и высшего синтетического единства системы;

– *взаимодействие* – фундаментальное понимание системогенеза; интерпретант универсальных механизмов самодвижения системы, раскрывающий смыслы системы, зашифрованные в конструктах-референтах;

– *конструкты* – референты глубинных смыслов системы; многоместные системообразующие отношения, наделенные характеристической симметрией и особыми системными атрибутами;

– *структура* – основа существования реальности, охватывающая множественность устойчивых отношений; единораздельная цельность элементов, возникающая в результате процессов формообразования.

Научный подход. Научный подход ФОС определяют 3 идеи:

– научно-достоверное знание об онтологии открытых систем может быть извлечено из больших массивов слабоструктурированных полимодальных гетерогенных многомерных эмпирических данных;

– фундаментальный барьер сложности открытых систем можно преодолеть посредством выявления характеристических симметрий, раскрывающих онтологию систем;

– открытая система получает полное завершенное оформление в пространстве состояний, устройство которого определяет онтология системы.

Исходно понятие «Система» возникает без определения. Разработка научного определения этого понятия, смысловое устройство сферы системного знания и его конструктивное оформление, реконструкция сущности системы как целостного единства – центральная проблема ФОС (рис. 1) [5], [6].

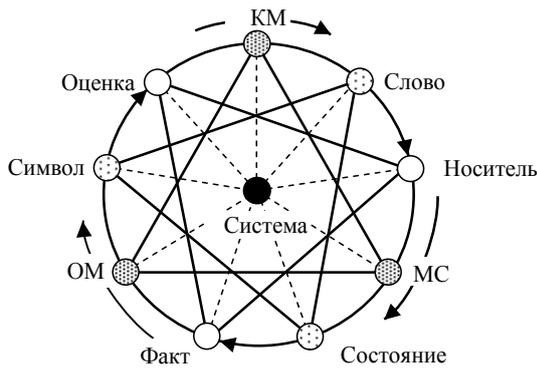


Рис. 1

Триада «Символ – Слово – Состояние» выражает идею познания, понимания и объяснения онтологии системы. Смысловая организация системы («Символ») раскрывает устройство ее многокачественного единства. Смысловая активность системы («Слово») проявляется через качества и свойства всех элементов и частей системной организации, порождающих язык системы. Смысловые формы системы («Состояние») определяют формальный синтетический образ – реконструкцию системного единства, способного воплощаться в объектах реальности. Идеальные абстрактные формы представления онтологического знания обладают абсолютной ценностью. Через начало «Символ» смысл конкретной системы перешел в выразительную сферу, знание получило адекватное оформление как «система-в-себе». Через начало «Слово» смысловая значимость элементов онтологического знания раскрылась для понимания как «система-для-себя». Через начало «Состояние» стали понятны состояния и закономерности порождения состояний системы («система-для-иного»).

Триада «Символ – Слово – Состояние» имеет свое отражение в триаде «Факт – Оценка – Носитель». Эта триада укоренена в наблюдаемой реальности («Факт»), соприкасается с реальностью через объекты действительности («Носитель»), устанавливает меры способности факта воспринимать и брать на себя смыслы, воплощенные в носителе («Оценка»). Первое начало триады («Факт») выражает гипотезу о системе, проявленной в наблюдаемой действительности. Третье начало триады («Носитель») связывает гипотезу о системе с определением системы как целого через ее актуальные состояния. Второе начало («Оценка») оценивает справедливость гипотезы о системе.

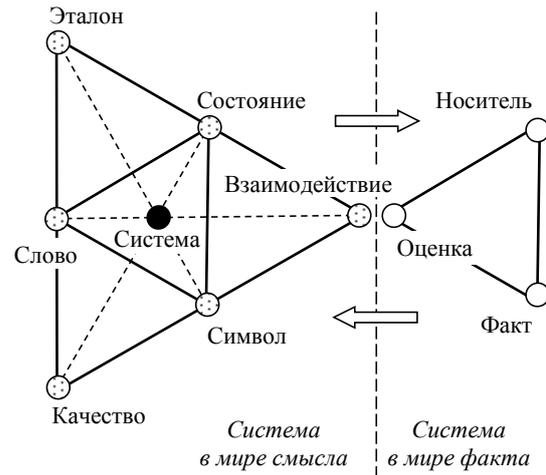


Рис. 2

Триада «ОМ – КМ – МС» – триада моделирования, представляющая методы познания онтологии системы (онтологическое моделирование – ОМ), методы понимания смыслов системы (коммуникативное моделирование – КМ), методы оформления образа системы (моделирование состояний – МС). В триаде «Факт – Оценка – Носитель» второе начало («Оценка») и отношение между началами «Факт» и «Носитель» требуют доопределения [7]. Такое доопределение создает аксиологический уровень знания [8]. На аксиологическом уровне знания решена проблема ценности (правильности, полноты, завершенности) онтологического знания. Этот уровень знания задан триадой «Качество – Эталон – Взаимодействие». Она выражает в мерах истинности смыслов и ценности онтологического знания связь миров смысла и факта [9] (рис. 2).

В результате доопределения системы триада «ОМ – КМ – МС» включила в себя наряду с познанием, пониманием и объяснением онтологического знания еще и анализ ценности этого знания. Применение научного метода ФОС к конкретной системе производит истинное знание, которому отвечает определенная ценность. Момент «Качество» устанавливает степень ценности полученных форм в мерах, выражающих полноту проявления и глубину проникновения в смыслы системы. Момент «Эталон» утверждает меру усвоения раскрытых и понятых смыслов системы ее реальными носителями. Момент «Взаимодействие» измеряет степень восстановления единства системы как целого из множества ее состояний.

Методологические основания. ФОС предложила логически завершенную систему понятий, раскрывающих смысл системогенеза. Методологическим основанием этой системы стали [4], [5], [10]:

– конструктивное определение понятия «Система»;

– философская система доктрин и основополагающих понятий о смыслах и связях между смыслами системы в цепи актов познания ее онтологии (*доктринальная модель*);

– базовые понятия в их диалектической связи, образующие единую целостную иерархически устроенную понятийную структуру (*диалектическая модель*);

– ступени познания и создания структурных образов смыслов системы на базе категории меры и всеобщего принципа симметризации – диссимметризации (*конструктивно-методологическая модель*);

– совокупность смысловых отношений, передающих через порождающие и выражающие моменты все характерные внутренние закономерности системы (*символическая модель*);

– соглашения об устройении и применении языка систем (*языковая конвенция ФОС*).

Принципы, которым следует ФОС. ФОС нацелена на исследование сложных масштабных объектов (явлений, процессов) не только и не обязательно физической природы. Она исходит из предположения, что для раскрытия сущности объекта достаточно иметь эмпирическое описание его свойств, состояний и условий существования. ФОС рассматривает систему как инструмент познания сложного и особое измерение реальности. В своем становлении и развитии ФОС опирается на следующие принципы:

– *принцип системности* (все объекты-носители состояний системы онтологически едины);

– *принцип холизма* (утверждается целостность системы);

– *принцип объективности* (эмпирический факт рассматривается как единственный источник объективных данных о системе);

– *принцип согласованности каналов наблюдения системы* (единый набор показателей состояния; чувствительность показателей к различным состояниям; единая процедура шкалирования измерений);

– *принцип считаемых величин* (особое значение имеют количества считаемых величин – структурных элементов каждого вида на каждом этапе познания, понимания, объяснения и оценивания онтологии системы);

– *принцип актуализации сложности* (исходно носителями внутренней неоднородности системы являются атрибутированные структуры бинарных отношений показателей состояния);

– *принцип симметризации – диссимметризации* (структуры бинарных отношений в системе гармонизированы);

– *принцип подчинения* (параметры порядка системы определяют поведение всех ее частей и элементов);

– *принцип денотации* (носители состояний системы – референты эталонов состояний ее собственных качеств);

– *принцип десемантизации* (онтологическое знание о системе преобразуется в научное понимание и рациональное объяснение феномена системы);

– *принцип ценности* (отношение к правильности, полноте, завершенности онтологического знания);

– *принцип сборки* (в каждом состоянии система есть единое целое; реконструкция каждого состояния системы есть сборка эталонов состояний ее собственных качеств).

Аксиомы системы. ФОС считает основой всего аксиомы системы – предикаты гармонизации и системности, выражающие общую идею разрешения присущей системе неоднородности, утверждающие положения о фундаментальных свойствах, присущих системе на разных уровнях познания ее онтологии [2]–[4]:

– *аксиома прообраза* – всеобъемлющий принцип гармонии и закон аналогии;

– *аксиома гармонизации отношений* – утверждает факт согласованной изменчивости, сопряженности, соразмерности, сопропорциональности, синхронности всех величин в системе;

– *аксиома ролевой сопряженности* – утверждает ролевую определенность всех величин системы и способность системы изменять эти роли;

– *аксиома ориентации* – утверждает пространственную ориентированность фундаментальных носителей системных смыслов; задает условия, при которых в системе реализуется механизм внутренней ориентации;

– *аксиома индивидуации* – система в каждой ее качественной определенности устанавливает уникальную грань между большим и малым в изменчивости величин.

Симметрии форм системной организации. Симметрия отражает гармонию на уровне категорий части и целого, проявляет себя как единство тождества и различия, сохранения и изменения. Процесс познания онтологии системы понимается как открытие все более глубоких и всеобщих симметрий. Восхождение от симметрии одного

уровня к другому связано с выявлением элементов диссимметрии и осознанием фактов диссимметрии как источников разнообразия, подчиненных иным более глубоким и общим симметриям.

ФОС открыла для себя симметрии форм системной организации [2]–[4]:

– *знаковый баланс* – утверждает системный атрибут «Уровень значений величины»;

– *симметрия синглета* – главная осевая симметрия (утверждает системный атрибут «*Рольевой заряд*»), порождает все виды системных единиц);

– *симметрии дублетов* – раскрывают смыслы рольевых зарядов: зеркальная симметрия (утверждает базовое взаимодействие «*Подобие*»); зеркально-зеркальная симметрия (утверждает базовые взаимодействия «*Переключение*» и «*Поглощение*»);

– *симметрии триплетов* – устанавливают типы ориентации: общая осевая симметрия (утверждает системный атрибут «*Ориентация*»);

– *симметрия системных единиц* – точка симметрии (вводит центр порядка); главная осевая симметрия (задает устройство системного органа локальности).

Реконструктивный анализ. Основой создания ФОС стало решение *общей задачи реконструктивного анализа открытых систем по их эмпирическим описаниям*. Метод реконструктивного анализа преодолел барьер сложности открытых систем и обеспечил возможность извлечения научно-достоверного знания об онтологии открытых систем из больших полимодальных массивов гетерогенных эмпирических данных с сотнями и тысячами переменных [4], [11], [12]. Метод реконструктивного анализа не обращается к экспертному знанию, субъективному анализу и интерпретациям. В качестве методологической базы реконструктивного анализа выступают модели познания открытых систем, аксиомы систем и принципы системогенеза. На их основе порождаются: *смысловые образующие системы; полное реконструктивное семейство системных моделей; семейства моделей взаимодействия*. Смысловые образующие системы представляются *семействами формальных конструкторов с характерными симметриями форм системной организации*. Каждая модель реконструктивного семейства системных моделей является:

– глубинным структурным инвариантом открытой системы;

– частью единого целого системы и всем ее целым в условиях этой части;

– многоместным отношением с фиксированной структурой и морфологией, с главной осевой симметрией и центром порядка;

– уникальной особенностью системы, абстрактной формой выражения какого-то одного ее собственного качества.

Семейства моделей взаимодействия суть 0-, 1-, 2-, 3-мерные симплексы с *характерными симметриями, раскрывающими механизмы системогенеза*. Метод реконструктивного анализа раскрывает многокачественность (сложность) системы, *представляет ее во всех собственных качествах*, выявляет полные семейства моделей внутрисистемных взаимодействий, образующих единое целое из всего множества собственных качеств системы.

Язык систем. Принципиальное значение для становления и развития ФОС как научного метода имело создание языка систем, что привело к научному пониманию онтологического знания и определению его ценности (правильности, полноты, завершенности). *Был раскрыт и понят внутренний код систем*, проявленный в онтологическом знании. Язык систем преодолел различия методологических базисов, убрал технологические барьеры научного понимания открытых систем. Понятые смыслы систем стали одинаково доступны специалистам разных отраслей знания. Благодаря языку систем *положения реконструктивного анализа приобрели статус положений научной теории*. Язык систем характеризуют: лексический состав (слова, понятия, качества понятий); номинативные единицы; парадигматические и синтагматические отношения; системы оценивания (аспекты оценивания, идеалы, оценочные суждения, шкалы оценок); вычислимость качеств понятий, понятий и слов языка систем (аксиологические операторы). Язык систем формализовал и организовал системное мышление, усилил междисциплинарное взаимодействие, привел к научному пониманию онтологии открытых систем и ценности онтологического знания, полученного из эмпирических данных. Реконструктивный анализ и язык систем *стали научной основой создания информационного, интеллектуального, когнитивного и технологического ресурсов системного знания* [5], [7], [13].

Состояния, свойства и эволюция систем. Третьим основополагающим результатом для становления ФОС было *решение общей задачи рационального объяснения онтологического зна-*

ния об открытых системах [7], [14]. Был получен ответ на вопрос: «...каким образом общесистемное абстрактное внепредметное онтологическое знание об открытых системах связано в поле сил и в отношении параметров порядка с ключевыми понятиями действительного мира систем – показателями, состояниями, свойствами показателей, свойствами состояний, изменчивостью показателей, изменчивостью состояний, изменчивостью свойств»? Изменчивость по параметрам порядка детерминируют закономерности системы. Изменчивость в поле сил объясняется спектром возможностей системы. Благодаря этому решению ФОС дала рациональное объяснение связям: связи онтологии системы и реальной действительности; связи системных закономерностей и свойств носителей системы; связи общесистемных закономерностей и предопределенности феномена системы.

Формы представления системы. ФОС работает с представлениями систем, определенными в пространстве признаков, пространстве качеств, лингвистическом пространстве, пространстве состояний, пространстве поведения системы. В каждом пространстве система имеет свои особые формы представления [7], [14] (рис. 3).

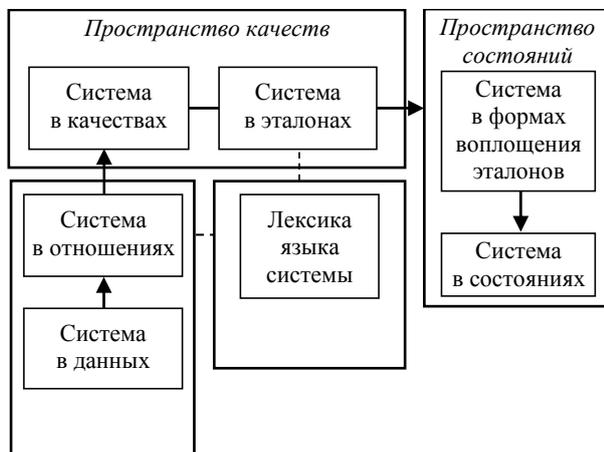


Рис. 3

Система в данных задана в актуальных состояниях значениями показателей состояния и окружающей среды (исходное представление системы). *Система в отношениях* задана через атрибутированные бинарные отношения между показателями (это исходное абстрактное представление системы получено прямо из системы в данных). *Система в качествах* задана в виде полного множества ее собственных качеств (это представление системы возникает в результате преодоления сложности открытых систем). *Сис-*

стема в эталонах представлена в образах эталонных состояний ее собственных качеств, способных перейти на актуальные состояния системы. *Система в лингвистическом пространстве* представлена словами, понятиями, качествами понятий, оценками качеств понятий языка систем. *Система в формах воплощения эталонов* представлена полным множеством моделей форм воплощения эталонов в носителях системы. *Система в состояниях* представлена полным множеством моделей ее актуальных состояний (реконструкций состояний). Все актуальные состояния системы получили рациональное объяснение. Каждый показатель в каждой реконструкции состояния системы представлен моделью уровня значения показателя в данном конкретном состоянии.

Онтологическое знание. Онтологическое знание представляет систему в трех пространствах: пространстве качеств, лингвистическом пространстве и пространстве состояний [5], [7]. *Модель пространства качеств* раскрывает сложность системы как многокачественной сущности через полное семейство формальных системных моделей и полные семейства моделей внутрисистемных взаимодействий. *Модель лингвистического пространства* представляет осмысленное и научно понятое пространство собственных качеств системы. Проблема референции этого пространства решена средствами языка систем. Лексический портрет системы определяют слова и понятия языка систем, а также экспликации смыслового содержания системы. Оценки качеств понятий осуществляют связь лингвистического пространства и пространства качеств. *Модель пространства состояний* конструктивно определяет систему как целое через ее состояния и системообразующие взаимодействия, задает условия, правила и ограничения на формирование и изменение состояний системы. Реконструкции состояний представляют в явной форме научно-достоверное знание об актуальных состояниях системы. Модели форм воплощения эталонов состояния собственных качеств системы отображают пространство собственных качеств в признаковое пространство системы. Признаковое пространство структурировано. Получение реконструкций всех актуальных и всех потенциальных состояний системы обеспечено.

Онтологическое знание имеет двухуровневую структуру – элементы знания и базовое знание (рис. 4).

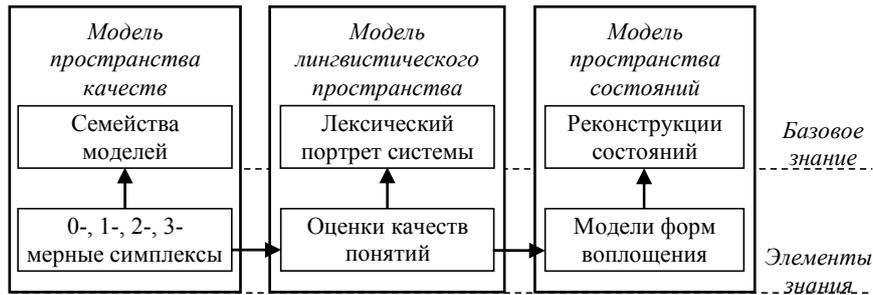


Рис. 4



Рис. 5

На уровне «Элементы знания» представлены семейства формальных конструктов – смысловых образующих системы. Уровень «Базовое знание» содержит модели собственных качеств, моделей взаимодействия, моделей состояний системы.

Аксиологическое знание. Включение аксиологического знания в состав объясняющих положений дает объективное описание открытых систем как «человекообразных» объектов [5], [7]. Аксиологическое знание представляет оценки ресурсов знания (рис. 5).

Информационный ресурс знания представляет систему как эмпирическую реальность, характеризует способность эмпирического описания системы проявлять и выражать смыслы системы в полной и законченной форме.

Интеллектуальный ресурс знания включает семейства формальных моделей качеств системы

и моделей взаимодействия, предоставляет качественные меры системных моделей.

Когнитивный ресурс знания содержит наборы элементов, обеспечивающих создание конструктивно-определенных форматов когнитивных схем внутрисистемных механизмов.

Технологический ресурс знания охватывает модели состояний и свойств системы в целом, предоставляет множество оценок, характеризующих завершенность и адекватность моделей состояний системы как единого целого с позиций соотносительности эмпирического факта с системным смыслом.

Состав аксиологического знания образуют: ценности форм представления системы; идеалы и нормы этих форм; шкалы измерения и процедуры оценивания ценности; характеристики правильности, полноты и завершенности системного знания. Ценностные ориентации разделяют сущее и должное, реальное и идеальное, ограничивают правильное знание от неправильного, полное знание от неполного, завершенное знание от незавершенного, значимое и существенное знание от незначимого и несущественного.

Показано, что физика открытых систем преодолевает реальную сложность открытых систем, познает их в естественных масштабах, не обращается к экспертному знанию, субъективному анализу и интерпретациям. Ее научные методы и технологии производят научно-достоверное онтологическое знание из эмпирических описаний систем, полученных из больших массивов слабоструктурированных полимодальных многомерных гетерогенных данных, обеспечивают научное понимание и рациональное объяснение полученного знания, исследуют его ценность (правильность, полноту, завершенность), выполняют глубокую глобальную и детальную аналитику многомерных открытых систем на основе знания их онтологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климонтович Ю. Л. Введение в физику открытых систем. М.: Янус-К, 2002.

2. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Реконструктивный анализ поведения сложных систем по эмпирическим

данным. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1997. (Препринт № 1.)

3. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Симметрии, взаимодействия в локальностях, компоненты поведения сложных систем. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1998. (Препринт № 2.)

4. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Основания системологии феноменального. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.

5. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Введение в язык систем. СПб.: Наука, 2009.

6. Fomin B. F., Kachanova T. L. Physics of Systems is a postcybernetic paradigm of systemology // Intern. Symp. Science 2.0 and Expansion of Science: «S2ES» in the context of The 14th World-Multi-Conference «WMSCI 2010», Orlando, Florida, USA, June 29th-July 2nd, 2010. P. 244–249.

7. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Квалитология системного знания. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014.

8. Ивин А. А. Аксиология. М.: Высш. шк., 2007.

9. Микешина Л. А. Ценностные предпосылки в структуре научного познания. М.: Прометей, 1990.

10. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Метатехнология системных реконструкций. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002.

11. Fomin B. F., Kachanova T. L. Physics of Open Systems: Generation of System Knowledge // J. of Systemics, Cybernetics and Informatics. 2013. Vol. 11, № 2. P. 73–82.

12. Fomin B. F., Kachanova T. L. Cognition of ontology of Open Systems // Procedia Computer Science J. Elsevier B. V. 2017. Vol. 103. P. 339–346.

13. Язык открытых систем и экспертиза системного знания / В. О. Агеев, Т. Л. Качанова, Б. Ф. Фомин, О. Б. Фомин // Тр. VIII Междунар. конф. «Идентификация систем и задачи управления» (SICPRO'09), М., 2009. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 144–190.

14. Качанова Т. Л., Фомин Б. Ф. Методы и технологии генерации системного знания. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012.

T. L. Kachanova, B. F. Fomin, O. B. Fomin
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

GENERATING SCIENTIFICALLY PROVEN KNOWLEDGE ABOUT ONTOLOGY OF OPEN SYSTEMS

Contains a brief review of conception, scientific approach, methodological foundations, principles, axioms and main scientific results, which, in turn, have laid the foundations of a new cyber-physical paradigm for system research of open, natural, social, anthropogenic, and complex technical systems. Main purpose of this paradigm is: to automatically produce scientifically proven knowledge (gathered from a huge amount of semi-structured, multimodal, and heterogeneous empirical data) about general ontology of open systems given in hundreds and thousands indicators; to carry out a deep automatic research of obtained ontological knowledge with the aim to obtain full scientific understanding and rational explanation of such knowledge; to perform automatic analysis of the value (correctness, fullness, and completeness) of this knowledge; and to automatically shape resources of knowledge about general ontology of open systems and system problems.

Open systems, Big Data, physics of open systems, ontological knowledge, knowledge mining from empirical data, value of ontological knowledge, multidimensional knowledge-centric system analytics

УДК 621.3.037,372.9:004.3

А. Х. Мурсаев, Е. О. Стеблина

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Высокопроизводительный, экономичный кодек Хемминга

Передача информации по открытым каналам немислима без применения средств защиты от помех. Одним из эффективных способов такой защиты является помехозащищенное кодирование. Примером достаточно простого и стойкого к помехам кодирования является кодирование Хемминга. Для обеспечения высоких скоростей и надежности передачи используются аппаратно-реализованные модули шифрации и дешифрации передаваемых данных – кодеки Хемминга. Предлагается развитие архитектуры хемминговских кодеков на базе многопоточковой битовой организации, чем обеспечивается уменьшение затрат оборудования, повышение производительности а также легкая перестройка на различные версии кода.

Помехозащищенное кодирование, аппаратурная реализация

В современных условиях передача информации по открытым каналам немислима без применения средств защиты от помех. Одним из эффек-

тивных способов такой защиты является помехозащищенное кодирование. Преобразование передаваемой информации в помехозащищенную