

Принципы, базисы, законы фундаментальной информатики

В данной работе определены цели и задачи фундаментальной информатики, сформулированы основные законы информационного мира, определены конструктивные базисы информационных объектов и процессов. Приведена классификация видов семантики знаний и умений.

Ключевые слова: информатика, системология, семиотика, принципы, законы, базисы, семантика, понятие, знание, умение.

PRINCIPLES, BASES, AND LAWS OF FUNDAMENTAL INFORMATICS

This paper defines the goals and problems of fundamental informatics, formulates principal laws of information universe and constructive bases of information objects and processes. The classification of semantics types of knowledge and skills is presented.

Keywords: informatics, systemology, semiotics, principles, laws, bases, semantic, concept, knowledge, skills.

Введение

В современной жизни в эпоху информатизации всех сфер человеческой деятельности, серьезных изменений повседневного жизненного уклада возрастает роль исследований и разработок в области теоретической и практической информатики, расширяется их использование в науке, сфере образования, промышленном производстве и т.д. Главное предназначение информатики – облегчить умственный труд людей, повысить его эффективность, освободить человека от рутинных, «бумажных» и вычислительных, мыслительных операций, стимулировать творческий подход к своему делу.

Структура информатики и ее место в общем здании науки обсуждаются в работах [1–6]. Теоретическая информатика является научной основой технической и прикладной информатики. Она изучает свойства естественных и искусственных информационных объектов и процессов независимо от их материального воплощения в живой и неживой природе, в технических системах и биологических объектах от генетического уровня до мышления и эмоций, процессов в социально-экономических и политических системах, в глобаль-

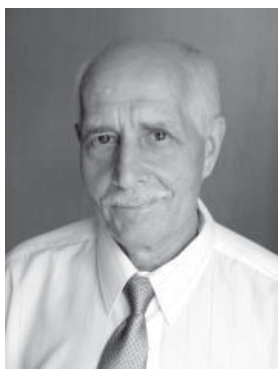
ных сетях информационно-материального мира. Понятия, методы и средства информатики используются практически во всех научных дисциплинах. Подобная широта охвата и унификация накопленных знаний в информационных системах предметных областей выдвигает высокие требования к теоретическим основам информатики, которые влияют на многие разделы современной науки. Математика, логика, физика и другие науки – это тоже информационные системы, функционирующие по известным и еще не открытым законам информационного мира знаков, их смыслов, знаковых процессов и процессоров.

В структуре теоретической информатики выделяется фундаментальная составляющая [3, 4], которая называется *фундаментальная информатика*, или более точный термин – *метаинформатика* [7]. Она относится к метатеориям, таким как метаматематика, металогика, метаязыки и метамодели науки, которые исследуют основания математики, логики, лингвистики и т.д. В данной работе определяются цели и задачи метаинформатики, законы, которые управляют информационным миром, существенно отличающиеся от законов матери-

ального мира, их изучают физика, химия, технические науки. Предложены конструктивные средства формализации семантики человеческих и машинных понятий.

В данной работе *информация* или *информационный объект* *Inobj* – антипод материальному объекту – это *синтаксическая* знаковая структура, составленная из знаков определенного языка, которая наделяется внешними субъектами некоторыми смыслами, *семантикой* *Inobj*. Информация играет роль сообщения и выполняет функции *заменителя* в определенном аспекте проблемного объекта *proobj*, которого она характеризует в информационных процессах наблюдения, вычисления, рассуждения, эмоционального переживания, либо функции *заменителя образа* *proobj*, знаковой модели прообраза в памяти субъекта при исследовании, моделировании реальности, коммуникации и других действиях субъектов или любой живой материи.

Информация имеет материальный носитель и характеризуется объемом носителя, полезностью при достижении поставленных целей, типами источников, приемников, преобразователей информации. Следует различать «живые»



Геннадий Никифорович Зверев,
д.т.н., проф. каф. компьютерной

математики

Тел.: 8 (347) 228-66-20

Эл. почта: gnzv@mail.ru

Уфимский государственный

авиационный технический

университет

http://www.ugatu.ac.ru/EC_INF/

Gennady N. Zverev,

Doctor of Engineering Science,

Professor of chair of computer

mathematics

Tel.: 8 (347) 228-6620

E-mail: gnzv@mail.ru

Ufa State aviation technical university

http://www.ugatu.ac.ru/EC_INF/

(living, life) информационные объекты в живых организмах – *LInobj*, которые порождает и использует живая природа: люди, животные, растения, бактерии для поддержания жизни, и «технические» информационные объекты – *TInobj*, порожденные физическими средствами измерения, наблюдения, коммуникации, преобразования информации, которые созданы живыми существами из неживой материи для своих собственных целей.

1. Задачи и принципы метайнформатики

В современной науке наиболее общий взгляд на окружающий нас мир представлен в *системологии* – общей теории систем (системном анализе и синтезе, системном подходе), а предельно общий взгляд на информационные явления – в *теоретической семиотике-лингвистике* [4]. Понятия, модели и постулаты этих наук конкретизируются в многочисленных информационных теориях, поэтому основные принципы информационного подхода к действительности следует разделить на *системологические, семиотические и информационные*.

Основания фундаментальной информатики выражают в объективированной форме наиболее общие научные принципы и законы мира, живой и неживой материи. Разделение мира на живую и неживую природу соответствует современной, наиболее распространенной научной парадигме: Вселенная имеет возраст более 14 млрд лет от Большого взрыва и изменяется согласно физическим законам и принципу причинно-следственных связей материальных явлений, а живая материя возникла на Земле около 4 млрд лет назад и подчиняется не только физическим законам, но и принципу индивидуальной и коллективной целесообразности, сохранения жизни и живых существ. Некоторые ученые отрицают факт Большого взрыва и земные источники зарождения живой материи из неживой. Тем не менее живые существа, в отличие от вещества, целесообразно взаимодействуют между собой и с неживой материей, используя свои знания и накоп-

ленную информацию о живой и неживой природе.

Помимо принципов (постулатов, аксиом, законов, гипотез, обоснованных требований и критериев), которые определяют концептуальную, логическую структуру соответствующего раздела науки, представленного в *дескриптивной* (описательной, декларативной) семантике, в основаниях любой науки определяют также сопряженную ей *конструктивную* (процедурную, функциональную) семантику предметной области в виде базисов и правил преобразования и конструирования из базисных элементов составных объектов, систем, процессов и их функциональных моделей в структуре знаний данной дисциплины.

Базис – это множество элементов, необходимых и достаточных для анализа и синтеза определенного класса объектов предметной области: синтез произвольной системы или процесса начинается с базисных элементов, анализ системы завершается в базисах научной дисциплины. Таким образом, исходные положения или основания любого раздела науки – это принципы и базисы, которые обеспечивают полноту описания и конструктивной реализации дескриптивной и конструктивной семантики предметной области.

Итак, фундаментальная информатика – метайнформатика исследует общие свойства информационных теорий, их оснований и категорий, строит и оптимизирует базисы информационных наук, обеспечивает полноту описания информационной семантики предметных областей, расширяет и объективирует формализованную абстрактную семантику логико-математического языка [8].

Основные проблемы метайнформатики:

- создание межпредметного языка теоретической информатики, однозначное определение его категорий в естественном языке и в искусственной среде информационных технологий;
- обобщение информационных теорий предметных областей, поиск и формализация основа-

ний теоретической информатики, законов информационного мира, отражающих единство и различия вещества, энергии, информации;

- построение фундаментальных критериев информационной деятельности субъектов материально-информационного мира;
- построение и реализация в компьютерной среде моделей и механизмов биологического и машинного мышления и эмоций, создание информационной теории интеллекта.

Ниже дается решение некоторых из этих проблем, см. также [4].

2. Системологические постулаты фундаментальной информатики

Начала системологии – *Systemological Principles*, *SysP* – представим с позиций информационного подхода в виде пяти постулатов, которые контролируют исходную системную семантику проблемных ситуаций.

SysP1 – *постулат системной иерархии*: Мир состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих систем, системы состоят из взаимосвязанных объектов, которые также есть системы подобъектов более низкого иерархического уровня и содержат компоненты, элементы и т.п., образуя в целом иерархию Мира, *иерархию принадлежности* $\in$ объектов определенной системе $\{\dots \in object \in system \in \dots\}$. Иерархия погружена во *вместилище*, представленное в системе научных знаний *моделью пространства*, в динамическом описании – *пространством-временем*.

SysP2 – *принцип структурно-параметрического описания* Мира: всякий элемент, объект, система обладают *свойствами*, признаками, атрибутами, характеристиками, *состояниями*, внутренней *структурой* и внешними *связями* с другими объектами, системами.

SysP3 – *принцип функционально-динамического описания* Мира: состав, структура, свойства и связи объекта могут быть неизменными в пространстве и времени либо изменяться в силу известных или неизвестных причин и законов, образуя *процессы* произвольной природы в

пространстве-времени. Неизменные свойства объектов и вместилища составляют фундаментальные *константы* теорий предметных областей, переменные свойства и состояния определяют *фазовые параметрические пространства* теорий. Фазовые переменные разделяются на *независимые* и *зависимые* параметры объектов и процессов. Константы теории не зависят от других констант и фазовых переменных.

SysP4 – *принцип иерархии классов объектов и процессов*: системы и процессы в них по свойствам и связям разделяются на классы, которые определяют соответствующие разделы науки и ее предметные области. Классы образуют *иерархию включения* $\subset$ классов в другие классы $\{\dots \subset class X \subset class Y \subset \dots\}$, а также иерархии частичного включения, пересечения, разбиения, покрытия, накрытия классов в *универсуме объектов* предметной области $U = \{obj\}$. Разделение объектов Мира на классы позволяет создавать эффективные средства их изучения, анализа-синтеза, преобразования и управления их свойствами. Основной системологический признак деления явлений Мира на классы состоит в различном подходе к живой и неживой природе.

SysP5 – *постулат живой и неживой материи*: живые объекты – активные *субъекты* Мира владеют некоторой информацией о среде обитания и имеют *целевую ориентацию* своих действий и информационных процессов для сохранения жизни и улучшения условий существования. Неживые объекты – *несубъекты* подчиняются физическим законам взаимодействия, сохранения материи (энергии, заряда, количества движения и т.д.) и изменяются согласно *причинно-следственной ориентации* материальных процессов. Живые существа – активные системы Мира, используя накопленные знания, создают для своих целей искусственные объекты неживой материи, которые наделяются субъектами некоторыми свойствами живых существ и очевидно сохраняют свойства неживых материальных объектов.

3. Семиотические постулаты фундаментальной информатики

Начала семиотики – *Semiotical Principles*, *SemP* – представим пятью принципами, которые определяют условия результативности знаковых процессов в живой материи.

SemP1 – *сенсорный принцип наблюдений*, измерений, или *принцип сенсорики*: субъекты живой природы – активные и целеориентированные системы Мира вооружены средствами его изучения – *сенсорами* (рецепторами), источниками информации о внешнем и внутреннем мире субъектов, которые преобразуют свойства и состояния живой и неживой материи в информацию, в знаковые структуры и сохраняют их во внутренней и внешней *памяти* субъектов.

SemP2 – *реформный* (или *мыслительный*) *принцип рассуждений*, вычислений, знаковых преобразований, или *принцип реформики*: субъекты вооружены *реформами*, знаковыми процессорами – средствами реформирования информационного Мира, преобразования знаков, информации в *знания*, накопленные знания – в *умения* (алгоритмы, процедуры, технологии) постановки и решения *проблем* и *задач* в соответствии с целевой ориентацией субъектов, а также средствами сохранения новых знаний и умений в *памяти* субъектов.

SemP3 – *эффекторный принцип реализации знаний в целевых действиях*, или *принцип моторики*: субъекты в своей структуре и во внешнем окружении имеют исполнительные подсистемы – *эффекторы*, которые преобразуют знаки знаний и умений в материальные действия, целевые изделия и управляемые материально-информационные процессы.

SemP4 – *принцип языковой деятельности субъектов*: для выполнения целевых действий и реализации *сенсорных*, *реформных*, *эффекторных* процессов субъекты должны представить информацию, знания и умения в одном либо нескольких языках своей деятельности, при этом язык – *языковая система* определяется как: 1) *языковая среда* – множество субъектов –

носителей языка и их знаковых процессоров – это сенсоры, рефотакторы, эффекторы, меморы (память), а также множество информационных (коммуникационных) каналов связей между субъектами и связей с процессорами субъектов и неживой природой; 2) *парадигма языка* – это *алфавит, лексика, синтаксис, семантика* языка; 3) *прагма языка* – совокупность *знаковых процессов* в языковой среде при решении проблем и совокупность получаемых *результатов*. Прагма организована и функционирует в соответствии с правилами и моделями проблемологии [4]. Целесообразные действия вне языковой системы не выполнимы.

SemP5 – постулат живой материи: отличительные признаки существа от вещества, живой материи от неживой определяются наличием в живых объектах знаков, информации и знаковых процессоров – источников, преобразователей, приемников информации – сенсоров, рефотакторов, эффекторов, меморы – вместилищ знаков (это необходимые условия, а достаточные условия существования, воспроизводства и целевой ориентации живой материи определяются в биологии, общественных и гуманитарных науках). В неживой материи нет целеориентированных знаковых процессоров, а есть взаимодействующие в соответствии с физическими законами материальные структуры из элементарных физических частиц в вакууме – материальном вместилище.

4. Фундаментальные законы информатики

Последующая детализация принципов теоретической семиотики выполняется в теории знаковых процессов – в *сенсформике* = сенсорики + рефорики + моторики в виде *фундаментальных законов информатики*. Законы материального Мира – неживой природы описывают свойства и взаимодействия объектов в физическом пространстве-времени в виде фундаментальных принципов и моделей физики и химии. С законами информационного Мира ситуация сложнее. Информационная деятельность субъектов

осуществляется не только в *физическом* пространстве-времени S_R в полном соответствии с открытыми и неизвестными законами неживой материи, но и в *информационном* (знаковом) пространстве-времени S_I информационных процессов, во внутренней и внешней памяти субъектов и их процессоров, а также в *модельном* (виртуальном, семантическом, воображаемом) пространстве-времени S_M .

Информационное пространство знаков S_I выражает *синтаксический* уровень накопленной субъектами информации, модельное пространство S_M представляет *семантический* уровень знаний о решаемых проблемах и их неопределенностях, возможных искажениях, ошибках и неполноте описания реальной и виртуальной реальности. В этом воображаемом мире решаемая субъектом проблема представляется семантическими моделями *исследования* проблемных объектов, *целеполагания*, *планирования* действий, *проектирования* средств достижения целей и целевых объектов, *управления* воплощением планов и проектов как в виртуальном, гипотетическом мире S_M , так и в реальном мире S_R и S_I . Соответственно, законы информатики принимают разные формы и смыслы в пространствах – вместилищах S_R , S_I , S_M материальных, знаковых и виртуальных объектов решаемой проблемы.

Изучая окружающий мир, человек открывает законы – ограничители разнообразия природных, искусственных, общественных явлений, своего внутреннего устройства, процессов мышления и эмоций, познания и творчества. Его цель – открыть эти законы, представить в виде моделей с наибольшей полнотой и точностью, использовать в своей деятельности. Явления материального мира ограничиваются законами сохранения вещества и энергии, принципами причинности, близкодействия, необратимости. Информационные процессы дополнительно подчиняются законам целесообразности и ограничениям знаковых явлений, свойств источников, преобразователей, накопителей, потребителей

информации, а материальные носители информации и знаний подчиняются законам неживой природы.

Поиск объективных законов информатики приводит к наиболее общим формулировкам ее принципов и постулатов, базисных критериев полезности, простоты и сложности решений проблем, средств их формализации и интерпретации. Очевидно, законы информатики имеют более разнообразную семантику, чем законы неживой природы. Выделим три смысловые формы информационных законов: А – аксиома, Т – требование, конвенция, условие правильного функционирования знаковой системы и применимости ее результатов, Г – гипотеза, предположение, при котором результат будет правильным и обоснованным, это условие интерпретируемости получаемого субъектом результата в пространстве S_M .

Закон-аксиома по смыслу совпадает с законом природы, его не могут нарушить субъекты ни при каких условиях. *Закон-требование* субъект может нарушить, расторгнуть конвенцию, но при этом есть риск в потере эффективности знаковых процессов, эта форма законов подобна законам юриспруденции, их можно нарушать, но последствия этих нарушений будут оценивать субъекты языковой среды либо сам нарушитель. *Закон-гипотеза* есть метазакон, определяющий условия применимости законов и средств информатики, математики, логики и других предметик, в том числе и условия применимости постулатов и принципов, аксиом и требований. В самом деле, все знания и умения, все законы всегда условны и в строгом представлении должны содержать описания предположений, при которых они выполняют свое назначение. В разных информационных ситуациях один и тот же закон, возможно с несколько измененной формулировкой, может быть аксиомой А, требованием Т или гипотезой Г решаемой проблемы в пространствах S_R , S_I , S_M .

Выделим основные постулаты информационной деятельности – *Information Principles, InfP*, кото-

рые обеспечивают ее результативность и согласованы с постулатами системологии и семиотики.

InfP1 – постулат существования проблемных объектов: информационные процессы и результаты исследования, проектирования, управления имеют смысл, если доказано реальное или потенциальное, достижимое существование проблемных объектов в пространствах S_R, S_I, S_M .

Этот постулат устанавливает границу между наукой и квазинаукой.

InfP2 – постулат однозначной определенности знаний о проблеме, привлекаемых при ее решении: поставленная проблема имеет решение, если исходные данные имеют однозначную форму представления в пространстве S_I , а их семантика однозначно определена в пространстве S_M . Неполные, искаженные, размытые знания должны быть выражены *индефинициями* – однозначными моделями детерминированных и случайных неопределенностей явлений материально-информационного Мира и знаний о них.

Этот постулат устанавливает границу между полезным знанием и бесполезным субъективным псевдознанием. Информационная задача не может быть решена, если неопределенности не формализованы.

InfP3 – конструктивный критерий познания: материальное явление (скажем, шаровая молния в S_R) или информационное явление (мышление, естественный язык в S_I и S_M) познано, если оно воспроизводится в искусственной контролируемой среде с необходимой полнотой, точностью и достоверностью.

InfP4 – закон целесообразных действий: информационная деятельность субъекта в пространствах S_R, S_I, S_M будет успешной при необходимом условии обоснованного выбора целей, критериев оптимальности их достижения и согласования действий с принятой целевой ориентацией.

Нарушение субъектом этого закона ведет к дополнительным потерям материально-информационных ресурсов при решении стоящих проблем.

InfP5 – аксиома недостижимости предельной полноты, достоверности, точности знаний и ограниченности умений: информационные ресурсы сенсорных, рефторных, эффекторных подсистем любых субъектов ограничены по точности, скорости, памяти, объему обрабатываемой информации, при выполнении физических действий в пространствах S_R, S_I, S_M .

Из этой аксиомы – принципа ограниченности достижимых результатов информационно-материальной деятельности субъектов в познании и преобразовании реального мира S_R, S_I следуют остальные принципы.

InfP6 – принцип вынуждения: субъект вынужден действовать и принимать определенные решения в искаженном и неопределенном информационном мире S_I, S_M .

InfP7 – принцип идеализации знаний – необходимость замены в информационном процессе истины ее подходящей оценкой, замена неопределенного вполне определенным знанием в пространствах S_I, S_M .

InfP8 – принцип последовательных приближений или целесообразных аппроксимаций знаний и умений: возможность повышения эффективности действий субъектов путем последовательной замены в пространствах S_I, S_M неточных информационных объектов проблемной ситуации их упрощенными *приближениями* – аппроксимациями в пределах допустимых потерь достоверности получаемых решений.

InfP9 – постулат существования разрешимых, условно разрешимых и принципиально неразрешимых корректно сформулированных проблем, решения которых недостижимы в реальном мире S_R, S_I .

Согласно информационному закону целесообразности *InfP4* цели и критерии решаемой проблемы должны учесть принцип ограниченности и следствия из него, установить уровни требуемой (приемлемой) полноты описания проблемной ситуации, точности исходных и получаемых результатов, оперативности процесса решения. Во многих задачах вполне допустимо при избыточной точности отождествить абсолютную и

относительную истину, пренебречь возможными искажениями информации в синтаксическом пространстве S_I и знаний в семантическом пространстве S_M . В других задачах отождествление недопустимо, и необходимо отделить достоверное знание от ошибочного, однозначное от неопределенного знания, информацию от дезинформации;

InfP10 – принцип обоснования адекватности знаний и решений: каждый информационный объект решаемой проблемы должен быть представлен в пространствах S_I и S_M в двух формах – *идеальной x* и *реальной форме x^** , которые порождаются, соответственно, идеальным информационным процессом – *идеальным, по определению, источником знаний и информации $G_x \rightarrow x$* , и реальным информационным процессом – *реальным источником информации $G_x^* \rightarrow x^*$* , который подвержен возможным искажающим влияниям.

Для каждого вида информационного объекта строятся меры *точности, полноты, адекватности* или меры *ошибок, неопределенности, погрешности $\Delta(x^*, x)$* реального источника, реальной формы информационного объекта. При идеализации реальных знаний, полагая их истинными, $\Delta = 0$, достаточно одной формы представления информационного объекта $x = x^*$. При отсутствии идеального источника знаний и идеального информационного объекта x , скажем, для предельно точных измерений, у которых нет эталона сравнения, мера ошибки заменяется мерой *вариативности, воспроизводимости* информационного объекта x^* , который выступает в качестве собственного эталона в однородном классе информационных ситуаций.

InfP11 – информационный принцип относительности знаний и действий: доступны наблюдениям, измерениям, вычислениям, рассуждениям, формализации, реализации в пространствах S_R, S_I, S_M лишь *сравнительные, относительные* характеристики свойств, состояний, связей, преобразований проблемных объектов в заданных базах теории предметной области, ее

понятий и выбранных эталонов (объектов сравнения) в этих пространствах, а сами источники информации и процессоры субъекта реализуют точно или приближенно эти базисы в сенсорных, реформных, эффекторных процессах и процедурах.

Поскольку выбор базисов никак не предопределен и в общем случае произволен, то возникают различные формализации одного и того же проблемного объекта и выполняется *принцип существования эквивалентных форм знаний и действий – принцип инвариантности форм – InfP12*. Из этого принципа следует необходимость в информационной деятельности соглашений между субъектами в определенной языковой среде при выборе наиболее приемлемых и эффективных форм знаний, умений, действий – *принцип А. Пуанкаре конвенциональности любых знаний – InfP13* [4].

InfP14 – аксиома открытости материально-информационных систем: идеальная изоляция проблемных объектов и процессов от неконтролируемых воздействий в пространствах S_R , S_I недостижима.

InfP15 – принцип полной информационной модели: для успешного решения корректно поставленной проблемы в пространстве S_M должны быть построены информационные модели источников, приемников, преобразователей, потребителей информации и знаний, принятия решений, а также модель последствий их реализации. Модель проблемной ситуации замкнута, а проблема имеет однозначное (определенное либо размытое) решение, если при идеализации знаний в S_M пренебрегают влиянием неконтролируемых воздействий и при переносе полученного модельного решения в пространства S_R , S_I выполняется гипотеза замкнутости решаемой проблемы в этих пространствах. Если гипотеза замкнутости оказывается ложной, то информационная задача не имеет решений.

5. Базисы метаинформатики

Проблема расширения границ применимости строгих подходов и объективированных методов информатики решается не только

формализацией ее дескриптивных принципов и законов, но и явным введением в теории предметных областей пяти базисов конструктивной формализации проблемных ситуаций [4]:

1) *семиотический* базис ПИ-КАД, в котором представляется формализованная терминосистема, онтологии, понятийные знания предметики в виде сети взаимосвязанных понятий – метазнаков П и их ИКАД-компонентов, здесь И – имя понятия, обозначение метазнака, КАД – семантика понятия, смысловое значение знака И, Д – дент (денотат), прообраз понятия, прямой смысл знака, К – конт (концепт, коннотат), образ понятия П – модель прообраза понятия в памяти субъекта, косвенный смысл знака, А – ссылочная семантика метазнака П, *семиотический адрес* понятия, связующий в пространствах S_R , S_I , S_M все смысловые компоненты понятия и обозначение И;

2) *полюсный*, структурообразующий базис РОСКИРТ системологии, определяющий описание состава, структуры произвольной системы, объекта, процесса при их анализе и синтезе (смысл компонентов, входящих в базисы системологии и информатики, определяется ниже);

3) *ролевой FSR-базис* системологии выражает функциональные, статусные и реляционные роли объектов в статике или динамике системы, в модельном описании состояний, преобразований, связей объектов и процессов системы;

4) *проблемологический* базис сенсформики $Prob = FABCDEFGS$ формального описания целевой ориентации деятельности субъекта, его средств (процессоров) и информационных критериев;

5) *базис S_I информационных параметрических пространств* семантических схем сенсформики и проблемологии УУХНАЗ.

Базисы информатики определяют различные аспекты и выделенные семантики модельного описания решаемых проблем. В семиотическом базисе уточняется семантика используемых понятий, устраняется полисемия расщеплением и формализацией смыслов

исходных описаний, человеческих и машинных понятий. В *структурно-полюсном* базисе РОСКИРТ каждое понятие и его системные прообразы – денты представляются:

- *полюсниками* – полюсными объектами РО, имеющими изолирующие оболочки C , а также *полюсы*, которые определяют внешние связи объектов;
- *узлами К* – местом соединения полюсов и взаимодействия полюсников;
- *идеальными связями IR* – *узлами*, по которым движутся и накапливаются потоковые объекты – материальные и информационные *транзакты Т*.

В этом базисе определяется структурное описание произвольных систем и процессов в них в виде иерархий вложенных полюсников, узлов, транзактов, а также параметрическое представление их свойств и состояний. В материальных системах взаимодействие объектов в узлах определяется обобщенными законами Кирхгофа, в информационных системах связи объектов по информации и управлению определяются типовыми узловыми соотношениями [4]. Упрощенное абстрактное представление сети полюсников сводится к математической сети, гипермультиграфу, орграфу или обыкновенному графу – простейшей структурной модели системы или процесса.

Структурно описание с учетом причинных и целевых ориентаций компонентов проблемы пополняется функционально-реляционным описанием в *ролевом FSR-базисе*. Он обеспечивает переход от предметных (содержательных) моделей к информационным и математическим моделям материальных или знаковых явлений, которые традиционно выражаются в *функциональном F-базисе* преобразований, *статусном S-базисе* параметров, свойств, состояний и *реляционном R-базисе* связей, условий и ограничений.

В *проблемологическом базисе Prob* формализуются постановки решаемых проблем заданием информационно-материальных процессоров – источников и преобразователей информации, критериев

и их моделей: сенсоров A , рефоров B , целевых операторов C (идеальных сенсоров, прецизионных систем), адекваторов и аксиоров D , оценивающих точность и полезность решений, эффекторов – исполнительных механизмов E , материальных процессоров F , накопителей материи и информации G , моделей генерации материально-информационных объектов и проблемных ситуаций – геноров H , операторов связывания вариаций и неопределенностей S .

Для построения моделей этих операторов и однозначной формализации их семантики вводится *SI-базис информационных пространств*: U – пространство причин, всех существенных влияющих факторов на проблемную и решающую системы; Y – пространство наблюдений, множество шкал сенсоров; X – пространство искомых объектов, множество шкал целевых операторов; $\hat{X}$ – пространство решений, множество шкал окончательных рефоров; H – пространство характеристик, показателей качества процесса решения проблемы и полученных результатов; A – пространство критериальных оценок решений многокритериальных задач, противоречивых требований и компромиссов; Z – пространство управлений, информационных и материальных управляющих воздействий, множество шкал управлений рефоров и эффекторов.

Углубление и детализация этих базисов информатики выполняется построением семантического базиса объективированного субъекта $obsbj$ и его искусственного интеллекта, унифицированного набора его дентообразующих и контообразующих сем – элементарных квантов смысла [4]. Подобно тому, как окончательной (базисной) семантикой анализа смыслов компонентов произвольного алгоритма и реализующей его программы служат аппаратные средства вычислительной машины, так и базисы искусственного интеллекта объективированного субъекта – системы $obsbj$ служат моделью интуиции и внутренних механизмов естественного интеллекта. Следующий важный шаг в повышении адек-

ватности описания информационных и мыслительных процессов, который призван учесть реальные искажения и неполноту всех наших знаний, состоит в переходе к размытым моделям знаний и умений, в которых каждому параметру, функции, реляции сопоставляется вероятностное распределение или генератор G , описывающие характер случайной либо детерминированной неопределенности соответствующего компонента знаний и действий субъекта.

В заключение приведем классификацию основных видов семантики фундаментальной информатики, которые выражают различные аспекты представления и моделирования информационных ситуаций, выполняя смысловые срезы, расщепление общей семантики и декомпозицию проблемы, выраженную в естественном и искусственном интеллекте. Прежде всего, смысловые структуры следует различать по степени их адекватности реальному состоянию проблемных и решающих систем. По этому признаку выделяют объективную (научную) и субъективную семантику, первая подтверждается общепринятыми средствами оценки точности и достоверности знаний, вторая представляет набор личных мнений, верований и пристрастий естественных и искусственных субъектов, сплетённых с научно обоснованными смысловыми структурами.

Будем также различать материальную семантику, которая соотносит знания с физической реальностью и адресует объекты материального универсума R_m , и семантику модельного, знакового универсума M_s , создаваемого в памяти субъектов и в пространствах S_I , S_M , в общем случае называемой информационной семантикой, выделяя в ней семиотическую, системологическую, сенсформную, проблемологическую и лингвистическую семантики и соответствующие аспекты представления мира знаний и умений в универсуме M_s . В семиотическом аспекте различают дентовую (денотатную), контовую (коннотатную) и адресно-ссылочную семантики. Дентовая семанти-

ка соотносит знания с проблемными объектами непосредственно в памяти субъекта либо адресацией вне ее, контовая семантика выражает модельное представление денотов в интеллектуальном процессе, адресно-ссылочная семантика связывает все компоненты метазнаков в пространствах S_R , S_I , S_M , заменяя адресами в знаковом процессе имена, денты или конты понятий.

В системологическом аспекте известные семантики делятся на структурные и ролевые. Структурная семантика порождает иерархические родовидовые и объектно-системные семантики отношений «часть – целое», соответственно, включения (подкласс $\subset$ класс) и принадлежности (элемент $\in$ множество). При абстрагировании иерархические структуры полюсников, узлов и их классов преобразуются в структуры математической семантики, представленные графами и математическими сетями. Ролевая семантика описывает роли объектов в интеллектуальном процессе и в проблемной системе, она разделяется по аспектам на конструктивно-процедурную (функционально-алгоритмическую, генетическую, порожденную конструктивными процессами генерации объектов, их преобразования, анализа-синтеза), дескриптивно-декларативную (реляционную, сенсформную, семическую) и атрибутивно-статусную (параметрическую) семантики.

В лингвистическом аспекте семантика проблемных ситуаций разделяется на семантику прагмы и семантику парадигмы языка предметики, при этом алфавит, лексика и синтаксис языка обладают своей внутренней семантикой, отличной от внешней семантики предметики, но обслуживают задачи ее прагмы и парадигмы. В семантику парадигмы, очевидно, включаются общие модели языковой среды предметики, а семантика прагмы содержит модели языковой среды конкретных информационных ситуаций и языковых процессов в них.

В разнообразных подходах к успешным решениям реальных проблем используется рациональные сочетания структурной и параметри-

ческой, конструктивной и дескриптивной семантики формализованных моделей объектов и процессов проблемных ситуаций. Адекватное описание семантики языков предметных областей является актуальной проблемой информационных теорий и информатики в целом.

Выводы

Фундаментальная информатика (альтернативный термин – ме-

таинформатика) призвана создать унифицированный язык науки – предельно объективного описания явлений живой и неживой природы, расширить поиск и формализацию оснований информатики, законов информационного мира и их отличий от законов неживой материи, разработать информационную теорию интеллекта.

Принципы и базисы метаинформатики охватывают системоло-

гические и семиотические аксиомы и постулаты, а также конструктивные средства информационных теорий. В данной работе определены цели и задачи фундаментальной информатики, сформулированы основные законы информационного мира, определены конструктивные базисы информационных объектов и процессов. Приведена классификация видов семантики знаний и умений.

Литература

1. *Колин К.К.* Природа информации и философские основы информатики // Открытое образование. 2005. № 2 (49). – С. 43–51.
2. Computational Science: Ensuring America's Competitiveness / President's Information Technology Advisory Committee. May 27, 2005.
3. *Колин К.К.* Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы // Системы и средства информатики. – М.: Институт проблем информатики, 2006. С. 7–58.
4. *Зверев Г.Н.* Теоретическая информатика и ее основания: в двух томах. – М.: Физматлит, Т. 1, 2007. – 592 с.; Т. 2, 2009. – 576 с.
5. *Колин К.К.* Теоретические проблемы информатики. Т. 1: Актуальные философские проблемы информатики / под общ. ред. К.И. Курбакова. – М.: КОС•ИНФ, 2009. – 222 с.
6. *Зверев Г.Н.* О термине «информатика» и месте теоретической информатики в структуре современной науки // Открытое образование. 2010. № 2 (79). – С. 48–62.
7. *Зверев Г.Н.* Метаинформатика, искусственный интеллект и основания языка науки // Интеллектуальные системы управления / под ред. акад. РАН С.Н. Васильева. – М.: Машиностроение, 2010. – С. 7–16.
8. *Зверев Г.Н.* Теоретическая информатика в основаниях математики и логики // Вестник УГАТУ. 2004. Т. 5, № 1 (9). – С. 141–153.