



# OSTIS-2014

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

## СТРУКТУРИЗАЦИЯ СМЫСЛОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Голенков В. В., Гулякина Н.А.

*\* Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**golen@bsuir.by**  
**guliakina@bsuir.by**

В работе рассматривается подход к представлению информации в интеллектуальных системах, основанный на семантических сетях. Основное внимание уделяется рассмотрению таких понятий, как предметная область, онтология предметной области, рассматривается их классификация и особенности наиболее характерных классов. Отдельный раздел описывает подход к согласованию семантических сетей и Универсального семантического кода, предложенного В.В. Мартыновым.

**Ключевые слова:** интеллектуальные системы, семантические сети, универсальный семантический код, формализация смысла

### Введение

К числу основных современных тенденций развития искусственного интеллекта следует отнести

- (1) переход от частных теорий (моделей) различных компонентов интеллектуальных систем к общей (единой, комплексной, интегрированной) теории интеллектуальных систем;
- (2) переход от теории интеллектуальных систем к практике создания широко используемых интеллектуальных систем, к существенному расширению сфер реального практического использования интеллектуальных систем;
- (3) переход от создания прикладных интеллектуальных систем к созданию технологий, обеспечивающих быструю их разработку (как минимум, быстрое прототипирование) широким контингентом разработчиков и реализованных в виде интеллектуальных метасистем, осуществляющих поддержку такой разработки;
- (4) переход от разработки интеллектуальных систем к постоянному их совершенствованию (в том числе, в ходе эксплуатации) в целях существенного продления их жизненного цикла;
- (5) переход от технологий разработки интеллектуальных систем к технологиям их постоянного совершенствования (эволюции) в ходе эксплуатации;
- (6) переход от технологий разработки и совершенствования интеллектуальных систем к

технологиям совершенствования (эволюции) самих этих технологий (в том числе и соответствующих им интеллектуальных метасистем);

- (7) переход от автономных интеллектуальных систем к коллективным интеллектуальным системам и к коллективам, состоящим из интеллектуальных и традиционных компьютерных систем, а также к технологиям, обеспечивающим разработку таких коллективов взаимодействующих систем.

Для обеспечения перечисленных тенденций необходимо создание не только общей теории интеллектуальных систем, но и общей семантической теории любых компьютерных систем, обеспечивающей их унификацию и совместимость и четко разделяющей многообразие форм реализации систем, от многообразия их смысловых (семантических) моделей.

Такую общую теорию можно строить только на основе формализации смысла обрабатываемой информации. Проблема формализации смысла в современной информатике является ключевой, поскольку без ее решения невозможно решить целый ряд проблем, таких, как проблема семантической совместимости компьютерных систем, проблема дублирования технических решений, например, при разработке программных систем из-за многообразия форм их реализации.

Нужно четко отличать

- (1) многообразие языков (форм) представления информации от многообразия смысла представляемой информации;
- (2) многообразие форм организации обработки информации (машин обработки информации) от многообразия сути обработки информации на смысловом уровне.

Необходимо четко отделить суть дела, суть представления и обработки информации от формы, от многообразия вариантов реализации (воплощения) одной и той же сути представления и обработки информации.

В данной статье будут затронуты следующие вопросы:

- Что такое смысл.
- Что такое смысловое представление знаний, каким требованиям оно должно удовлетворять.
- Какова семантическая типология знаний и принципы смыслового представления каждого вида знаний.
- Какие существуют связи между знаниями (метасвязи) – отношения, заданные на множестве всевозможных знаний.
- Что такое смысловое пространство и какова его структура.
- Какими особенностями обладает обработка знаний ( в т.ч. решение задач), осуществляемая на уровне смыслового представления обрабатываемых знаний – какова особенность семантических моделей обработки знаний

## **1. Понятие смысла и понятие семантической сети как способа внутреннего смыслового представления информации в памяти интеллектуальных систем**

Без уточнения понятия смысла невозможно:

- решить задачу понимания информации, поступающей на вход интеллектуальной системы по разным каналам;
- разработать такой способ внутреннего смыслового представления (кодирования) знаний в памяти интеллектуальной системы, который был бы лишен каких бы то ни было особенностей, обусловленных не смыслом (сутью) хранимых знаний, а предлагаемой формой их представления.

Следуя Л. Вингенштейну можно сказать, что язык – это форма представления изображения различных видов знаний, это "одежда", в которую эти знания "одеваются". Смысл же представляемого знания есть инвариант многообразия форм его выражения, многообразия "одежд", в которые это знание может быть "одето".

Смысл знания (знаковой конструкции) – это такое абстрактное представление этого знания, которое является инвариантом всего многообразия

семантически эквивалентных форм (вариантов) представления этого знания в самых различных языках.

Смысл – это абстрактная знаковая конструкция, являющаяся инвариантом максимального класса семантически эквивалентных знаковых конструкций (текстов), принадлежащих самым разным языкам. Аналогами данной трактовки понятия смысла являются такие понятия, как:

- инвариант максимального класса изоморфных графовых структур;
- инвариант максимального класса изоморфных алгебраических систем;
- инвариант максимального класса конгруэнтных геометрических фигур.

*Смысл* (смысловое представление информации) является абстрактной знаковой конструкцией, обладающей следующими свойствами:

- (1) Среди знаков, входящих в состав указанной знаковой конструкции не должно существовать пар синонимичных знаков, т.е. знаков имеющих один и тот же денотат знаков, обозначающих одну и ту же сущность. Другими словами, каждый знак, входящий в состав указанной знаковой конструкции, входит в нее однократно. Если в процессе обработки смыслового представления информации появляются синонимичные знаки, они должны быть "склеены".
- (2) Ни в каком виде не должно быть дублирования информации – не только в виде многократного вхождения знаков, обозначающих одни и те же сущности (т.е. синонимичные знаки), но и в виде многократного вхождения семантически эквивалентных текстов (знаний), что, собственно, является следствием синонимии знаков. При этом необходимо четко отличать семантическую эквивалентность знаний от их логической эквивалентности, т.е. от их взаимной логической выводимости.
- (3) Среди знаков, входящих в состав указанной знаковой конструкции, не должно существовать омонимичных знаков, т.е. знаков, которые в разных контекстах могут обозначать разные сущности, т.е. иметь разные денотаты. Из этого, в частности, следует, что в состав рассматриваемой знаковой конструкции не могут входить местоимения. Если в процессе анализа смыслового представления информации будут выявлены омонимичные знаки, то они должны быть "расклеены" ("расщеплены") на два или более неомонимичных знака.
- (4) Все знаки, входящие в состав указанной знаковой конструкции, не должны иметь внутренней структуры, анализ которой необходим для понимания (прочтения) этой знаковой конструкции. Внутренняя структура знаков необходима только в тех знаковых конструкциях, в которых разрешена множественность вхождения знаков, имеющих

один и тот же денотат, и анализ совпадения внутренних структур таких знаков является средством установления их синонимии или предполагаемой синонимии, уточняемой на этапе последующего семантического анализа знаковой конструкции. Следовательно, все знаки, входящие в состав смыслового представления информации, можно считать абстрактными, поскольку они (а) абстрагируются от своего внутреннего устройства (в т.ч. и от вариантов своей материализации кодирования в памяти интеллектуальной системы), (б) обладают только одним свойством – обозначать взаимно однозначно соответствующие им денотаты, (в) являются инвариантами соответствующих максимальных классов синонимичных знаков. В смысловом представлении информации абсолютно несущественно то, как выглядят знаки, входящие в эту информационную конструкцию, как они строятся из незначимых атомарных фрагментов информационной конструкции (из графических примитивов, букв, пикселей,...). Во всех же других языках знаки, входящие в состав текстов, не являются атомарными (элементарными) фрагментами текстов – они строятся из "кирпичей" (символов, букв, пикселей, ...), которые знаками не являются. Знаки из таких текстов надо еще уметь выделить. Так, например, надо уметь читать машиностроительные чертежи (надо уметь выделять компоненты деталей, связи между ними, ...), фотографии местности, карты местности, рукописи. В смысловом представлении информации все знаки, входящие в состав информационно конструкции, являются ее атомарными (элементарными, примитивными) фрагментами.

- (5) В состав знаковой конструкции, являющейся смысловым представлением информации, не должно входить ничего, кроме рассмотренных выше абстрактных знаков. Это означает, что в состав рассматриваемой знаковой конструкции не могут входить не только символы (примитивы), из которых строятся знаки, но и такие элементы знаковой конструкции, как разделители, ограничители, предлоги. А это, в свою очередь, означает, что все атомарные (элементарные) фрагменты рассматриваемой знаковой конструкции являются знаками, т.е. семантически значимыми фрагментами.
- (6) В рамках построения смыслового представления информации не должны использоваться не только такие конструкции, как слова, термины (словосочетания), но и такие языковые приемы, как склонение, спряжение.
- (7) С синтаксической точки зрения все знаки, входящие в состав смыслового представления информации должны четко делиться на два вида:
- *знаки связей* между описываемыми сущностями (подчеркнем при этом, что связь

считается одним из видов описываемых сущностей);

- *знаки сущностей*, которые связями не являются. При этом между множеством *знаков связей* и множеством знаков иных сущностей задается несколько соответствий инцидентности, которые определяют то, какие сущности связываются каждой связью (являются ее компонентами), и то, какие роли выполняют указанные сущности в рамках соответствующих им связей.

Важным достоинством смыслового представления информации является то, что в нем явно и четко задаются (представляются) связи между описываемыми сущностями (в т.ч. и связи между связями) в виде связей между знаками этих сущностей: четко указывается семантический тип связи, т.е. отношение, которому связь принадлежит, а также указываются компоненты связи (связываемые знаки) и роли этих компонентов в рамках этой связи. Подчеркнем также, что все связи каждой описываемой сущности в смысловом представлении информации локализованы (представлены) только множеством знаков связей, инцидентных знаку указанной сущности, т.е. множеством связей, одним из компонентов которых является знак рассматриваемой сущности. Таким образом, любую знаковую конструкцию можно представить (в семантически эквивалентном виде) как множество знаков описываемых сущностей и множество знаков связей, связывающих эти описываемые сущности с другими сущностями. При этом на описываемые сущности и на связи между ними не накладывается никаких ограничений. Описываемые сущности могут быть:

- материальными (физическими) и абстрактными (виртуальными) – числами, множествами, знаками каких-либо сущностей;
- действительно существующими и вымышленными;
- фиксированными (константными) и произвольными (переменными);
- связями между сущностями.

Нетрудно заметить, что знаковая конструкция, являющаяся смысловым представлением информации, в общем случае не может быть линейной, поскольку каждая описываемая сущность, являющаяся денотатом соответствующего знака, может быть связана неограниченным числом связей с другими сущностями, описываемыми в этой же знаковой конструкции. Таким образом, смысловое представление информации есть графовая структура, имеющая различную теоретико-графовую конфигурацию. Такие графовые структуры, обладающие указанными выше семантическими свойствами, называют также семантическими сетями [Болотова, 2012], [Скорородько, 1983]. Приведенная трактовка семантических сетей дает возможность в полной мере использовать теорию графов для исследований

синтаксических свойств семантических сетей и для построения алгоритмов обработки семантических сетей.

Важнейшим достоинством семантических сетей является то, что в них достаточно просто и наглядно выглядит процедура навигационного поиска знаков описываемых сущностей на основе априорного знания семейства отношений, заданных на этих сущностях.

Следует при этом четко отличать саму семантическую сеть, являющуюся внутренним абстрактным представлением информации в памяти интеллектуальной системы, от ее кодирования в рамках выбранного варианта технической реализации указанной памяти, а также от различных вариантов ее визуализации для пользователей. Сама семантическая сеть и ее графическое или текстовое изображение – не одно и то же. Аналогично этому следует четко отличать графовую структуру как абстрактный объект от различных вариантов ее представления.

## 2. Унификация семантических сетей

Рассмотрим следующие вопросы:

- Зачем нужна унификация семантических сетей.
- В каких направлениях такая унификация может осуществляться.
- Как выглядит синтаксис и семантика языка унифицированных семантических сетей.
- Какими достоинствами обладает предлагаемый язык унифицированных семантических сетей.
- Какие предлагаются варианты визуализации унифицированных семантических сетей.

Унификация семантических сетей необходима, прежде всего, для конструктивного решения проблемы интеграции знаний.

Предложенный нами язык унифицированных семантических сетей назван *SC-кодом* (Semantic Code). Тексты этого языка будем называть *sc-текстами*. Знаки, входящие в состав *sc-текстов*, будем называть *sc-элементами*. Переход от введенного выше общего понятия семантической сети к унифицированным семантическим сетям (*sc-текстам*) рассмотрим как задание целого ряда ограничений на *семантические сети* общего вида, но таких ограничений, которые не снижают семантической мощности языка семантических сетей, претендующего на универсальность.

**Ограничение 1. Семантическая нормализация описываемых множеств.** Если элемент семантической сети (*sc-элемент*) является знаком некоторого *множества*, то каждый элемент этого *множества*, представляющий собой сущность, не являющуюся знаком (*sc-элементом*), заменяется на знак указанной сущности (на *sc-элемент*, обозначающий эту сущность). Таким образом, все описываемые *sc-текстом* множества становятся множеством знаков, а точнее, множеством *sc-элементов* (*sc-множествами*). Такие множества

условно будем называть семантически нормализованными. Очевидно, любое множество может быть представлено в семантически нормализованном виде. Для описания связей между *sc-множествами* и элементами этих множеств вводятся *связи принадлежности*. Каждая из этих связей связывает знак некоторого *sc-множества* с одним из элементов этого множества, который всегда является знаком (*sc-элементом*) благодаря семантической нормализации *sc-множества*.

**Ограничение 2.** Каждая *связь* описываемых сущностей трактуется как множество, элементами которого являются описываемые сущности, связываемые этой связью. Семантическая нормализация каждого такого множества означает то, что все связи, входящие в состав *семантической сети*, будут связывать не сами описываемые сущности, а *знаки* этих сущностей за исключением случаев, когда указанные сущности уже являются знаками. Напомним при этом, что знаки описываемых сущностей, связи между знаками описываемых сущностей и знаки этих связей включаются в число сущностей, описываемых семантической сетью. Подчеркнем также, что *связь-*i** между *sc-элементом*, который является знаком некоторой *связи-*j**, и *sc-элементом*, который является компонентом этой *связи-*j** (т.е. является знаком, связываемым *связью-*j**), в *sc-тексте* может быть представлена двумя способами:

- с помощью явно вводимого *sc-элемента*, обозначающего *связь принадлежности*;
- с помощью синтаксически задаваемой *пары инцидентности*, для которой соответствующий ей *sc-элемент* (знак) не вводится.

**Ограничение 3.** Если в состав *семантической сети* входит знак небинарной связи, то связи между этим знаком и компонентами обозначаемой им связи задаются не с помощью пар инцидентности (на синтаксическом уровне), а явно с помощью явно вводимых связей принадлежности. Это означает, что в текстах *SC-кода* все *небинарные связи* представляются с помощью бинарных (сводятся к бинарным).

**Ограничение 4.** Каждая *семантическая сеть* и, в частности, каждая унифицированная семантическая сеть (*sc-текст*), которая описывается и, соответственно, обозначается в другой семантической сети (*метасети*), трактуется как семантически нормализованное множество, элементами которого являются все те и только те знаки, которые входят в состав описываемой семантической сети.

**Ограничение 5.** В рамках *SC-кода* четко задается и минимизируется алфавит элементов семантических сетей (Алфавит знаков, входящих в состав унифицированных семантических сетей, *Алфавит sc-элементов*). Указанный алфавит представляет собой семейство тех классов элементов унифицированных семантических сетей (*sc-элементов*), принадлежность *sc-элементов*

которым задается не с помощью явно вводимых *связей принадлежности*, а с помощью синтаксически задаваемых меток *sc-элементов*. При этом каждой такой метке взаимно однозначно соответствует свой синтаксически задаваемый *класс sc-элементов*. Семейство таких классов, т.е. *Алфавит sc-элементов*, включает в себя:

- *Класс sc-узлов*
- *Класс sc-ссылок на внешние информационные ресурсы*
- *Класс sc-ребер*
- *Класс sc-дуг общего вида*
- *Класс sc-дуг принадлежности или непринадлежности*
- *Класс стационарных константных sc-дуг принадлежности*

**Ограничение 6.** В рамках *SC-кода* четко задаются правила перехода *sc-элементов* из одного синтаксически задаваемого класса *sc-элементов* в другой при полном сохранении его семантики (т.е. при сохранении обозначаемого им денотата). Речь идет об изменении синтаксического типа (метки) *sc-элемента* при появлении определенного вида новой (дополнительной) информации об этом *sc-элементе*. Так, например, *sc-элемент* может перейти:

- из *Класса sc-узлов* в *Класс sc-ссылку*;
- из *Класса sc-узлов* в *Класс sc-ребер*;
- из *Класса sc-ребер* в *Класс sc-дуг общего вида*;
- из *Класса sc-дуг общего вида* в *Класс sc-дуг принадлежности или непринадлежности*;
- из *Класса sc-дуг принадлежности или непринадлежности* в *Класс стационарных константных sc-дуг принадлежности*.

**Ограничение 7.** Важнейшая особенность любого языка, текстами которого являются семантические сети, (в том числе и *SC-кода*) заключается в том, что все элементы (примитивы, атомарные фрагменты) семантических сетей (в т.ч. и *sc-элементы*) являются знаками. При этом в *SC-коде* сущности, обозначаемые *sc-элементами*, делятся на два вида:

- семантически нормализованные множества, элементами которых являются *sc-элементы*;
- "внешние" описываемые сущности, не являющиеся множествами.

Таким образом, каждый *sc-элемент* есть либо знак множества (но не просто множества, а множества, элементами которого являются *sc-элементы*), либо знак "внешней" описываемой сущности (сущности, которая множеством не является). Особо подчеркнем то, что *sc-элементов*, являющихся знаками множеств *sc-элементов* большинство:

- каждая связь трактуется как множество *sc-элементов*, обозначающих связываемые сущности;
- каждая структура трактуется как множество всех *sc-элементов*, входящих в эту структуру;
- каждое понятие трактуется как множество *sc-*

*элементов*, обозначающих сущности, являющиеся экземплярами этого понятия.

Следовательно, имеет место четкая теоретико-множественная трактовка таких сущностей, как связи, структуры и понятия. Это означает то, что *SC-код* имеет четкую базовую теоретико-множественную семантическую интерпретацию всех его *sc-элементов* – одни *sc-элементы* могут быть только элементами каких-либо множеств, а другие могут быть как элементами одних множеств, так и знаками других множеств.

Все *sc-элементы*, кроме знаков связей принадлежности или непринадлежности, можно разбить на следующие уровни иерархии:

- *первичные sc-элементы* – знаки "внешних" сущностей;
- *sc-элементы второго уровня* – знаки множеств, элементами которых являются только первичные *sc-элементы*;
- *sc-элементы третьего уровня* – знаки множеств, среди элементов которых есть по крайней мере, один *sc-элемент второго уровня*, но нет ни одного *sc-элемента* более высокого уровня;
- и так – до бесконечности.

**Ограничение 8.** Все *sc-элементы* имеют описанную ниже четкую базовую семантическую типологию:

*sc-элемент*

<= разбиение\*:

- {
- *sc-константа*  
= *sc-знак фиксированной (конкретной) сущности*
- *sc-переменная*  
= *sc-знак нефиксированной (произвольной) сущности*
- }

<= разбиение\*:

- {
- *первичный sc-элемент*  
= *sc-знак внешней описываемой сущности*
- *sc-множество*  
= *вторичный sc-элемент*  
= *знак множества sc-элементов*  
= *sc-метазнак*  
= *sc-текст*  
= *текст SC-кода*  
= *знак sc-текста*
- }

*sc-множество*

<= разбиение\*:

- {
- *sc-связка*  
= *sc-элемент, обозначающий класс sc-элементов*  
= *sc-знак множества sc-элементов, эквивалентных в том или ином смысле*
- *sc-структура*

= *sc*-знак множества *sc*-элементов, в состав которого входят *sc*-связки или *sc*-структуры, связывающие эти *sc*-элементы

- *sc*-класс

### ***sc*-связка**

<= разбиение\*:

- бинарная *sc*-связка
- небинарная *sc*-связка

<= разбиение\*:

- ориентированная *sc*-связка
- неориентированная *sc*-связка

### **бинарная *sc*-связка**

⊃ квазибинарная *sc*-связка

⊃ *sc*-связка принадлежности или непринадлежности

<= разбиение\*:

- бинарная неатомарная *sc*-связка
- *sc*-коннектор
- бинарная атомарная *sc*-связка
  - <= разбиение\*:
  - *sc*-ребро
  - *sc*-дуга

### ***sc*-связка принадлежности или непринадлежности**

<= разбиение\*:

- *sc*-связка принадлежности
- *sc*-связка непринадлежности
- *sc*-связка нечеткой принадлежности

<= разбиение\*:

- стационарная *sc*-связка принадлежности или непринадлежности
- нестационарная *sc*-связка принадлежности или непринадлежности

### ***sc*-структура**

<= разбиение\*:

- тривиальная *sc*-структура
  - = *sc*-структура, не содержащая *sc*-связок между своими элементами
- двухуровневая *sc*-структура
  - = *sc*-структура, содержащая первичные элементы (вершины) и связки, связывающие только первичные элементы

- иерархическая *sc*-структура

= *sc*-структура, среди элементов которой имеются связки или структуры, связывающие другие связки или структуры этой же структуры

}

<= разбиение\*:

- связная *sc*-структура
- несвязная *sc*-структура

### ***sc*-класс**

<= разбиение\*:

- класс первичных *sc*-элементов
- *sc*-отношение
  - = класс *sc*-связок
- класс *sc*-структур
  - = *sc*-метакласс
- класс *sc*-элементов разного структурного типа

⊃ *sc*-понятие

- = *sc*-концепт
- = ключевой класс *sc*-элементов
- = *sc*-знак ключевого класса *sc*-элементов

Достоинствами *SC*-кода являются следующие его свойства:

- Все основные семантические связи между текстами (семантическая эквивалентность, семантическое включение, семантическое пересечение) в *SC*-коде становятся теоретико-множественными (равенство, включение, пересечение множеств).
- Неограниченная возможность перехода от *sc*-текстов к *sc*-метатекстам, содержащим знаки описываемых *sc*-текстов.
- Тексты *SC*-кода (в том числе и те тексты, *sc*-знаки которых явно вводятся в рамках соответствующих им метатекстов) могут быть иерархическими структурами, имеющими любое число уровней иерархии, поскольку *sc*-элемент может обозначать множество, состоящее из любых *sc*-элементов (в т.ч. и из *sc*-элементов, обозначающих любые множества других *sc*-элементов). В отличие от этого, например, такие традиционные структуры, как алгебраические системы, являются трехуровневыми:
  - На первом уровне – элементы носителя (основного множества) алгебраической системы;
  - На втором уровне – кортежи, элементами которых являются элементы носителя;
  - На третьем уровне – отношения, элементами которых являются указанные кортежи.

Формализация знаний на основе *SC*-кода предполагает теоретико-множественную интерпретацию всех *sc*-элементов, не являющихся

знаками "внешних" сущностей. Все такие *sc-элементы* являются знаками множеств *sc-элементов* и необходимо, прежде всего, уточнять то, какие *sc-элементы* являются знаками этих множеств. При этом совсем не обязательно, чтобы все эти *sc-элементы* были представлены в текущем состоянии *sc-памяти*.

### 3. Смысловое пространство

Многие проблемы искусственного интеллекта будут решены, если мы поймем, что главными объектами формализации в искусственном интеллекте являются не базы знаний интеллектуальных систем и не машины обработки знаний этих интеллектуальных систем, а *смысловое пространство* и глобальная интегрированная машина обработки знаний, находящихся в указанном смысловом пространстве.

Понятие *смыслового пространства* и представление этого пространства в виде *унифицированной семантической сети* имеют ключевое значение для решения таких задач, как:

- обеспечение семантической совместимости *баз знаний* различных интеллектуальных систем;
- интеграция различного вида знаний;
- обеспечение компонентного (модульного) проектирования *баз знаний* интеллектуальных систем путем использования ранее разработанных и апробированных знаний, заимствованных из *смыслового пространства*.

#### *смысловое пространство*

- = *семантическое пространство*
- = *бесконечная семантическая сеть, включающая в себя все известные понятия (концепты) и все элементы (экземпляры) этих понятий, а также знаки всех известных структур и связей вместе с их элементами (компонентами)*
- = *смысловой универсум*
- = *смысловое пространство знаний*

*Смысловое пространство* – это результат интеграции всевозможных знаний, представленных в смысловой форме (т.е. в виде *семантических сетей*). Таким образом, смысловое пространство представляет собой бесконечную семантическую сеть, содержащую всевозможные (и, как минимум, все известные, добытые к текущему моменту) знания. Очевидно, что смысловое пространство должно быть структурировано. Это означает, что в нем должны быть явно выделены и обозначены самые различные знания, а также должны содержаться *метазнания*, описывающие (специфицирующие) эти выделенные знания.

Очевидно также, что важнейшим направлением повышения эффективности современной научно-технической деятельности является преобразование современного *глобального информационного пространства* в структурированное *смысловое пространство*, в основе которого лежит универсальная смысловая формализация научно-

технических знаний, носящая интернациональный характер. Существенно подчеркнуть, что предложенный нами *SC-код* дает возможность не просто представлять смысл любых научно-технических знаний, но и делать это поэтапно, сочетая в рамках одной и той же унифицированной семантической сети как формализованные знания, так и пока неформализованные знания, представленные, в том числе, в виде естественно-языковых текстов, являющихся содержимым файлов, хранимых в файловой памяти и имеющих соответствующие *sc-узлы* (*sc-ссылки*), которые обозначают указанные файлы и хранятся в соответствующей смысловой (семантической) памяти. Так, например, таким способом можно поэтапно перейти от современной Википедии к семантически структурированной Википедии, постепенно переводя накопленные в ней естественно-языковые тексты на формальный смысловой (семантический) язык – *SC-код*.

Подчеркнем, что разным языкам *семантических сетей* (т.е. разным вариантам уточнения синтаксиса и семантики *семантических сетей*) с формальной точки зрения соответствуют разные *смысловые пространства*, которые являются *семантически эквивалентными* друг другу *бесконечными семантическими сетями*.

Введем еще несколько понятий, связанных с понятием *смыслового пространства*.

#### *SC-модель смыслового пространства*

- = *Смысловое пространство, представленное в SC-коде*
- = *SC-текст смыслового пространства*
- = *Глобальный sc-текст*
- = *Унифицированная модель смыслового универсума*
- = *SC-универсум*
- = *Унифицированная модель смыслового пространства*
- = *Глобальная унифицированная семантическая сеть*
- = *Результат интеграции всевозможных текстов SC-кода*
- <= *объединение\**:
- SC-код*
- ∈ *бесконечное sc-множество*  
= *бесконечный sc-текст*
- ∈ *смысловое пространство*

#### *глобальная база знаний*

- = *конечная информационная конструкция, являющаяся формальным представлением всех знаний, накопленных человечеством к текущему моменту*
- ∈ *максимальный класс семантически эквивалентных информационных конструкций*
- ∈ *конечное sc-множество*  
= *конечный sc-текст*

#### *смысловая модель глобальной базы знаний*

- = *глобальная база знаний, представленная в виде семантической сети*

= семантическая модель глобальной базы знаний  
⊆ глобальная база знаний

### **SC-модель глобальной база знаний**

= Глобальная база знаний, представленная в SC-коде  
= Унифицированная смысловая модель глобальной базы знаний  
= Унифицированная семантическая модель глобальной базы знаний  
∈ глобальная база знаний  
∈ смысловая модель глобальной база знаний

### **база знаний**

= конечная информационная конструкция, являющаяся формальным представлением всех знаний, достаточных для функционирования некоторой интеллектуальной системы и хранимых в памяти этой системы  
= локальная база знаний  
= формальная модель, интегрирующая все знания, хранимые в памяти интеллектуальной системы

Для обеспечения интегрируемости баз знаний различных интеллектуальных систем необходимо эти частные базы знаний разрабатывать в контексте интегрированной глобальной базы знаний.

### **смысловая модель базы знаний**

= база знаний, представленная в виде семантической сети  
⊆ база знаний

### **sc-модель база знаний**

= база знаний, представленная в SC-коде  
= Унифицированная смысловая модель базы знаний  
⊆ смысловая модель база знаний

## **4. Типология знаний и отношения, заданные на множестве знаний**

Структуризация *смыслового пространства* задаётся:

- Типологией знаний, входящих в состав *смыслового пространства*, путём явного введения понятий, которые обозначают различные классы (виды) знаний, представленных семантическими сетями, являющимися фрагментами *смыслового пространства*;
- Семейством *отношений*, заданных на множестве выделенных знаний, являющихся фрагментами *смыслового пространства*.

Подчеркнём, что не существует ни одного знания и, соответственно, ни одного вида знаний, которые бы не входили в состав *смыслового пространства*. Это значит, что рассматриваемое нами смысловое пространство носит универсальный характер. Подчеркнём также, что структуризацию *смыслового пространства* удобнее всего проводить в рамках Унифицированной модели (SC-модели) *смыслового*

*пространства*, поскольку SC-код является весьма удобным средством перехода от представления знаний к представлению *метазнаний*, то есть знаний, описывающих свойства других знаний.

Для структуризации *смыслового пространства* ключевую роль играют такие виды знаний, как

- предметные области
- онтологии (спецификации предметных областей)
- семантические окрестности

*Предметная область* – это важнейший вид знаний, входящих в состав *смыслового пространства*. Каждая предметная область фокусирует внимание на описание связей соответствующего класса объектов исследования. Каждый знак, входящий в состав базы знаний, должен принадлежать (входить в состав) хотя бы одной предметной области, выполняя в ней ту или иную роль. Каждой предметной области можно поставить в соответствие:

- множество семантических окрестностей, описывающих объекты исследования этой предметной области;
- семейство различного вида онтологий, описывающих свойства понятий этой предметной области.

Предметные области являются основой структуризации *смыслового пространства*, средством локализации, фокусирования внимания на свойствах наиболее важных классов описываемых сущностей, которые становятся классами объектов исследования в *предметных областях*.

*Предметная область* – структура, фокусирующая (локализирующая, концентрирующая) внимание только на заданном классе объектов исследования и только в заданном "ракурсе", который формально задаётся набором отношений, заданных на исследуемых объектах.

При накоплении больших объёмов знаний появляется огромное количество самых различных понятий (концептов) и возникает проблема структуризации и систематизации этого многообразия понятий. Для этого все накапливаемые знания делятся на связанные между собой *предметные области*, каждой из которых соответствует свой набор понятий, каждое из которых в рамках этой предметной области выполняет определенную роль (либо является классом объектов исследования, либо является отношением, заданным на множестве объектов исследования, и так далее).

*Предметная область* – структура, в состав которой входят:

- (1) основные исследуемые (описываемые) объекты – первичные и вторичные;
- (2) различные классы исследуемых объектов;
- (3) различные связи, компонентами которых

являются исследуемые объекты (как первичные, так и вторичные), а также, возможно, другие такие связки – то есть связки (как и объекты исследования) могут иметь различный структурный уровень;

- (4) различные классы указанных выше связок (то есть отношения);
- (5) различные классы объектов, не являющихся ни объектами исследования, ни указанными выше связками, но являющихся компонентами этих связок.

Предметная область – это результат интеграции (объединения) частичных семантических окрестностей, описывающих все исследуемые сущности заданного класса и имеющих одинаковый (общий) предмет исследования (то есть один и тот же набор отношений, которым должны принадлежать связки, входящие в состав интегрируемых семантических окрестностей).

Необходимо чётко отличать:

- (1) саму предметную область, которая практически всегда бесконечна;
- (2) тот фрагмент предметной области, который в текущий момент хранится в памяти и элементы которого явно связаны парами принадлежности со знаком соответствующей предметной области. Подчеркнём, что указанный фрагмент предметной области всегда должен быть конечным множеством;
- (3) различного вида онтологии указанной предметной области.

Кроме общего понятия *предметной области*, введём также уточнение этого понятия на основе *SC-кода*, то есть уточнение того, как предметные области будут представлены в рамках *SC-модели смыслового пространства*.

#### **sc-модель предметной области**

= *sc-текст предметной области*

= *предметная область, представленная в SC-коде*

= *sc-граф предметной области*

= *уточнение понятия предметной области на основе SC-кода*

= *предметная область, представленная в рамках SC-модели смыслового пространства*

⊂ *бесконечное sc-множество*

⊂ *предметная область*

⊂ *sc-знание*

Если *предметную область* рассматривать как часть *смыслового пространства*, то её ролевая структура будет выглядеть существенно сложнее, чем просто класс объектов исследования с семейством заданных на нём отношений.

Нам важно учитывать не только роли элементов в рамках самой *предметной области*, но и их соотношение со *смысловым пространством*. Так, например, важно знать, все ли элементы (экземпляры) каждого *понятия* (концепта) предметной области входят в состав этой

*предметной области*, то есть являются её элементами.

*Предметная область* – это бесконечная знаковая структура, в которой явно указываются роли тех знаков, обозначающие понятия (концепты), экземпляры (элементы) которых входят в состав этой же *предметной области*. Роль каждого понятия в рамках предметной области определяется по двум признакам:

- по уровню исследовательского внимания;
- по структурному уровню.

По уровню исследовательского внимания понятия в рамках предметной области могут выполнять следующие роли:

- быть *максимальным классом исследуемых объектов* в рамках данной предметной области;
- быть *классом исследуемых объектов* в рамках данной предметной области (не обязательно максимальным классом);
- быть *исследуемым классом неисследуемых объектов* (например, связок, структур или даже классов, состоящих из исследуемых объектов);
- быть *неосновным исследуемым классом* (неосновным понятием, вводимым в рамках данной предметной области);
- быть *неисследуемым классом* (классом дополнительных, вспомогательных сущностей, классом, который исследуется в другой предметной области).

По структурному уровню понятия, рассматриваемые в рамках предметной области, могут выполнять следующие роли:

- быть *максимальным классом первичных элементов* данной предметной области – этот класс также должен быть либо максимальным классом исследуемых объектов, либо подклассом этого класса;
- быть *отношением данной предметной области*, заданным над первичными или вторичными элементами этой предметной области, то есть являющимся классом связок, входящих в состав указанной предметной области;
- быть *классом структур*, целиком входящих в состав данной предметной области;
- быть *классом классов*, целиком (полностью) входящих в состав предметной области;
- быть *классом сущностей, принадлежащих разным структурным уровням* данной предметной области – в каждый такой класс могут одновременно входить и первичные элементы, и связки, и структуры, и классы.

Кроме того, для каждого *неисследуемого класса* элементов предметной области должно быть дополнительно уточнено теоретико-множественное соотношение этого класса с множеством элементов, входящих в состав предметной области:

- быть *неисследуемым классом*, который является подмножеством данной предметной области;

- быть *неисследуемым классом*, который строго пересекается с данной предметной областью.

Подчеркнём, что все исследуемые классы предметной области (в том числе и классы непосредственно исследуемых объектов) являются подмножествами этой предметной области.

Множество предметных областей разбивается на два класса:

- статические (стационарные) предметные области;
- динамические (нестационарные) предметные области.

Кроме того, можно говорить о первичных и вторичных предметных областях (по аналогии с первичными и вторичными *sc*-элементами). Можно также говорить о классе *рефлексивных предметных областей*, в каждой из которых хотя бы некоторые её ключевые элементы (исследуемые понятия) либо она сама являются объектами исследования (экземплярами исследуемых классов) в этой же предметной области.

Но во всём бесконечном множестве предметных областей особо следует выделить конечное число предметных областей, которые назовём общими *предметными областями* и которые являются основной для построения различного вида спецификаций всевозможных предметных областей, а также основой для построения самих предметных областей.

К числу *общих предметных областей* относятся:

- *Общая предметная область предметных областей*
- *Общая предметная область знаков* (в том числе *sc*-элементов)
- *Общая предметная область множеств* (в том числе *sc*-множеств)
- *Общая предметная область отношений*
- *Общая предметная область структур* (в том числе *sc*-структур)
- *Общая предметная область чисел, числовых отношений и структур*
- *Общая предметная область параметрических моделей* (как количественных, так и качественных)
- *Общая предметная область онтологий*
- *Общая предметная область семантических окрестностей*
- *Общая предметная область знаний* (*sc*-знаний)
- и так далее

*Онтология* – вид знаний, каждое из которых является спецификацией (описанием свойств) соответствующей предметной области, ориентированной на описание свойств и взаимосвязей понятий, входящих в состав указанной предметной области.

Из общей интегрированной онтологии предметной области предметной области можно выделить следующие частные онтологии:

- *структурные спецификации предметных областей*, в которых описываются роли понятий, входящих в состав предметных областей, а также связи специфицируемых предметных областей с другими предметными областями;
- *теоретико-множественные онтологии* предметных областей, в которых описываются теоретико-множественные связи между понятиями специфицируемых предметных областей, включая связи между классами объектов исследования и доменами или областями определения отношений, входящих в состав специфицируемых предметных областей;
- *терминологические онтологии*, описывающие всевозможные термины, соответствующие понятиям специфицируемых предметных областей, а также правила построения терминов, которые соответствуют экземплярам указанных понятий;
- *логические онтологии*, представляющие собой формальные теории, высказывания которых интерпретируются на специфицируемых предметных областях и описывают свойства понятий, входящих в состав этих предметных областей;
- *онтологии информационных программ и задач*, решаемых в рамках специфицируемых предметных областей.

Каждому виду онтологий соответствует своя общая предметная область, интегрирующая все онтологии этого вида:

- структурным спецификациям (онтологиям) предметных областей соответствует *Общая предметная область предметных областей*
- теоретико-множественным онтологиям предметных областей соответствует *Общая предметная область множеств*
- логическим онтологиям предметных областей соответствует *Общая предметная область формальных теорий и высказываний*
- и так далее.

Очевидно, что всем *общим предметным областям* (в том числе и тем, которые соответствуют различным видам *онтологий*) соответствуют свои онтологии, специфицирующие эти общие предметные области. Онтологии *общих предметных областей* будем называть онтологиями верхнего уровня. К числу таких онтологий относятся:

- *Онтология Общей предметной области знаков* (в частности, *sc*-элементов)
- *Онтология Общей предметной области терминов* (в частности, идентификаторов *sc*-элементов)

- *Онтология Общей предметной области информационных конструкций* (в т.ч. файлов, сохраняющих эти конструкции)
- *Онтология Общей предметной области множеств* (в частности, sc-множеств)
- *Онтология Общей предметной области структур* (графовых структур, sc-структур)
- *Онтология Общей предметной области предметных областей*
- *Онтология Общей предметной области онтологий*
- *Онтология Общей предметной области формальных теорий и высказываний*
- *Онтология Общей предметной области семантических окрестностей*
- *Онтология Общей предметной области знаний* (в частности, sc-знаний)
- *и так далее.*

*Семантическая окрестность* заданного знака (который будем называть ключевым элементом этой семантической окрестности) – это текст, описывающий некоторые свойства той сущности, которая обозначается указанным ключевым знаком.

Другими словами, *семантическая окрестность* – это некоторого вида спецификация указанной описываемой сущности.

Точно так же, как и для онтологий, можно говорить о многообразии видов *семантических окрестностей*, которые определенным образом коррелируются с типологией специфицируемых сущностей.

В частности, можно выделить следующие виды семантических окрестностей:

- *определение* понятия
- *пояснение* понятия
- *примечание* (описание различных свойств специфицируемой сущности)
- *описание преимуществ* (достоинств)
- *описание недостатков*
- *сравнительный анализ*
- *типичная семантическая окрестность* (пример типичного использования описываемого понятия)
- *описание декомпозиции* заданной сущности
- *теоретико-множественная семантическая окрестность*
- *логическая семантическая окрестность* (семейство высказываний, описывающих свойства данного понятия)

Расширение *семантической окрестности* (т.е. повышение уровня детализации заданного знака) может осуществляться (1) как путем расширения числа указываемых свойств (характеристик) и

связей заданного знака – назовем это увеличением валентности специфицируемого знака, (2) так и путем включения в состав расширяемой семантической окрестности семантических окрестностей тех знаков, которые смежны специфицируемому (центральному) знаку заданной (расширяемой) семантической окрестности – назовем это увеличением радиуса заданной семантической окрестности в заданном направлении (т.е. для заданного смежного знака).

Теперь перейдем к рассмотрению отношений, заданных на множестве знаний.

Прежде всего, рассмотрим отношения, связывающие между собой *предметные области*. Важнейшим из них является отношение *частная предметная область\**, с помощью которого задается иерархия предметных областей путем перехода от менее детального к более детальному рассмотрению соответствующих классов объектов исследования.

#### ***частная предметная область\****

- = *быть частной предметной областью\**
- = *предметная область, детализирующая описание одного из классов объектов исследования другой (более общей) предметной области\**
- = *предметная область, максимальный класс объектов исследования которой является подмножеством максимального класса объектов исследования другой (более общей) предметной области\**

Кроме этого, *предметные области* могут быть связаны между собой следующим образом:

- предметные области могут иметь совпадающие максимальные классы объектов исследования, но разные предметы исследования, в частности, в одной предметной области могут рассматриваться внешние связи исследуемых объектов, а в другой – внутренняя структура этих объектов;
- максимальный класс объектов исследования одной предметной области может быть булеаном (семейством всевозможных подмножеств) максимального класса объектов исследования другой предметной области. Например, Предметная область геометрических фигур и Предметная область геометрических точек;
- максимальный класс объектов исследования одной предметной области может быть семейством всевозможных структур, являющихся фрагментами другой предметной области. Например, Предметная область конфигураций геометрических фигур и Предметная область геометрических фигур;
- понятия одной предметной области могут быть объектами исследования в другой предметной области;

- каждое неисследуемое понятие одной предметной области должно быть исследуемым понятием в некоторой другой предметной области;
- предметные области могут быть изоморфными и гомоморфными;
- и так далее.

Связь между предметной областью и ее онтологией задается отношением *быть онтологией\**.

## 5. Особенность представления динамических предметных областей и их онтологий

В базе знаний интеллектуальных систем динамика представлена в следующих аспектах:

- динамика самого внешнего описываемого мира;
- динамика процесса автоматической обработки базы знаний (в том числе процесса решения пользовательских задач);
- динамика взаимодействия с пользователями и другими компьютерными системами;
- динамика совершенствования базы знаний и интеллектуальной системы в целом усилиями разработчиков;
- динамика проекта, направляемого на совершенствование базы знаний и интеллектуальной системы в целом (то есть динамика организации управления указанной деятельностью).

Для того, чтобы в памяти интеллектуальной системы можно было хранить информацию не только о текущем состоянии некоторой динамической предметной области, но также и о прошлых и будущих (прогнозируемых) её состояниях, необходимо от *исходной sc-модели динамической предметной области*, отражающей только меняющееся текущее состояние этой предметной области, перейти к *ситуационно-событийной sc-модели динамической предметной области*, в которой описываются (с любой требуемой степенью детализации) не только ситуации и события, происходящие в настоящее время (в текущий момент), но и ситуации и события, происходившие в прошлом времени, а также ситуации и события, прогнозируемые или планируемые в будущем времени.

Если ввести *Общую предметную область ситуационно-событийных sc-моделей динамических предметных областей*, то очевидно, что объектами исследования в этой *предметной области* будут всевозможные *ситуации* и *события*.

Каждой *предметной области* (не только динамической) можно поставить в соответствие в общем случае несколько предметных областей, описывающих разные виды *деятельности* в рамках заданной предметной области. Так, например,

каждой предметной области можно поставить в соответствие

- предметную область, описывающую *деятельность* субъектов по совершенствованию (эволюции) исходной предметной области;
- предметную область, описывающую *деятельность* субъектов (агентов) по решению различных информационных задач в рамках исходной предметной области (в том числе и по решению задач планирования поведения, если исходная предметная область является динамической).

Если мы имеем динамическую предметную область, объектами исследования которой являются, например, автомобили, то ей можно поставить в соответствие следующие предметные области, описывающие:

- *деятельность* по проектированию и изготовлению автомобилей;
- *деятельность* по управлению автомобилями (вождению автомобилей);
- *деятельность* по поддержанию основных эксплуатационных характеристик и ремонту автомобилей (в том числе их мониторингу и профилактике);
- *штурманскую деятельность* по организации индивидуального дорожного движения (по выбору маршрута, времени, скорости, остановок);
- *деятельность* по организации коллективного дорожного движения (на трассе, в населённом пункте);
- *деятельность*, связанную с дорожно-транспортными происшествиями и нарушениями правил дорожного движения.

Таким образом, предметных областей, описывающих самые различные виды деятельности, существует достаточно много. Но существует также и *Общая предметная область деятельности*, описывающая общие свойства любой деятельности в самых различных *предметных областях* (прежде всего, в динамических).

К числу исследуемых (ключевых) понятий (концептов) *Общей предметной области деятельности* относятся такие понятия, как *действие\** (акция\*, воздействие\*), *субъект* (агент) и другие.

## 6. Универсальный семантический код В.В. Мартынова как онтология общей предметной области деятельности

Введение *Общей предметной области деятельности*, которая описывает субъектно-объектные отношения в различных предметных областях, предполагает выявление общих принципов организации субъектно-объектных связей в ходе выполнения различной деятельности, абстрагируясь от несущественных деталей

(несущественных для организации деятельности), обусловленных спецификой различных предметных областей, в рамках которых деятельность осуществляется. Именно это и было основной задачей, которую решал В. В. Мартынов, разрабатывая Универсальный семантический код (УСК). Рассматривая соотношение УСК с проблемой смыслового представления знаний в памяти интеллектуальных систем, сделаем ряд примечаний.

**Примечание 1.** Идеи, лежащие в основе УСК, существенно приблизили практическое решение проблемы смыслового представления знаний и, самое главное, четко сформулировали то, какими свойствами должно обладать смысловое представление знаний, и то, почему именно смысловое представление знаний является важнейшим фактором повышения эффективности интеллектуальных систем.

**Примечание 2.** В разработанных В. В. Мартыновым версиях УСК акцентируется внимание на рассмотрении субъектно-объектных прагматических свойств описываемых объектов.

Любой объект **X** может быть описан в системе УСК, если его описание будет ответом на вопрос «Для чего **X**?», а не «Что такое **X**?». Так, например, в тексте УСК термин «винт» определяется как «средство становления совокупности частей предметов» (то есть как ответ на вопрос «Для чего **X**?»). Определение винта как «металлического стержня с резьбой на одном конце и граненной головкой на другом» (т.е. как ответ на вопрос «Что такое **X**?») в пределах УСК осуществлено быть не может. При необходимости «реального» определения семантические множители УСК дополняются дескрипторами информационного языка данной предметной области (в нашем случае машиноведения). [Мартынов, 1974, с.186-187]

Таким образом, основой УСК является *Онтология Общей предметной области деятельности*, которая обеспечивает унификацию описания деятельности в любых предметных областях и которая занимает важнейшее место среди онтологий верхнего уровня.

**Примечание 3.** В. В. Мартынов не считал цепочки УСК единственно возможной формой представления текстов УСК и рассматривал варианты их нелинейного (графового) представления в виде семантических сетей [Мартынов, 1980]. Но для этого необходимо было перейти от классических графовых структур к структурам, в которых компонентами ребер и дуг могут быть не только вершины графовой структуры, но также и дуги или ребра этой же графовой структуры.

Таким образом, обладая рассмотренными выше достоинствами и обеспечивая конструктивное представление знаний как фрагментов (подмножеств) смыслового пространства,

семантические сети также являются весьма комфортной формой представления и текстов УСК.

## Заключение

В настоящее время не только искусственный интеллект, но информатика в целом представляют собой эклектическое собрание, вавилонское столпотворение языков самого различного назначения, самых различных моделей обработки информации, самых различных платформ и средств технической реализации этих моделей. При этом серьезному фундаментальному анализу не подвергается ни исследование совместимости этих языков моделей и средств, ни разработка общей целостной картины, обеспечивающей интеграцию указанных языков, моделей и средств и четкое разграничение их смысловой (семантической) трактовки от многообразия форм их воплощения. Фактически это говорит не столько о кризисе современного состояния компьютерных наук, сколько о востребованности превращения информатики в целостную фундаментальную науку. И основой такого переосмысления информатики является формализация смысла, к чему и призывал В.В. Мартынов в своих работах.

## Библиографический список

- [Gomez-Perez и др., 2004] Gomez-Perez, A. Ontological Engineering/ A. Gomez-Perez, M. Fernando-Lopez, O. Corcho – Springer – Ferlag, 2004.
- [Jurafsky, 2009] Jurafsky, D. Speech and Language Processing/ D. Jurafsky, J. Martin // An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition, 2<sup>nd</sup> Edition – Pearson Prentice Hall, 2009, 988 pp. (Stanford University and University of Colorado at Boulder).
- [Nirenburg и др., 2004] Nirenburg, R. Ontological Semantics/ S. Nirenburg, V. Raskin – Cambridge, MA: MIT Press, 2004.
- [Аджиев, 2003] Аджиев, А.С. Всероссийский Web-портал математических ресурсов / А.С. Аджиев, А.Н. Бездушный // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды пятой всероссийской науч. конф. RCDL'2003 (С.-Петербург, 29-31 октября 2003 г.) – СПб: НИИ Химии СПбГУ, 2003. – С. 283-291.
- [Анно, 1981] Анно, Е.И. Описание грамматики русского языка с помощью окрестностей /Е.И. Анно // НТИ. Сер. 2. 1981. № 10. – С. 17-23.
- [Арутюнова, 2003] Арутюнова, Н.Д. Предложение и его смысл /Н.Д. Арутюнова – М., 2003.
- [Башмаков и др., 2005] Башмаков, А.И. Интеллектуальные информационные технологии: Учебное пособие / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
- [Белнап и др., 1981] Белнап, Н. Логика вопросов и ответов /Н. Белнап, Т. Стил – М.: Прогресс, 1981.
- [Болотова, 2012] Болотова, Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях / Л.С. Болотова – М.: Финансы и статистика, 2012. – 664 с.
- [Большаков, 2011] Большаков, И.А. Большой электронный словарь как политематический справочник и формирователь запросов к Интернету/И.А. Большаков, А.Ф. Гельбух // Труды международной конференции «Диалог 2011» – М.: Изд-во РГГУ, 2011.
- [Варосян и др., 1982] Варосян, С.О. Неметрическая пространственная логика /С.О. Варосян, Д.А. Пospelов // Техническая кибернетика. - 1982. № 5. – С. 86-99.
- [Виленкин и др., 1974] Виленкин, Н.Я. Понятия математики и объекты науки / Н.Я. Виленкин, Ю.А. Шрейдер // Вопросы философии. – 1974. № 2.
- [Виноград, 1976] Виноград, Т. Программа, понимающая естественный язык / Т. Виноград - М.: Мир, 1976. – 294 с.

- [Гаврилова и др., 2000] Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
- [Гаврилова, 2008] Гаврилова, Т. А. Визуальные методы работы со знаниями: попытка обзора / Т. А. Гаврилова, Н. А. Гулякина // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008, № 1, С. 15-21
- [Гастев, 1975] Гастев, Ю.А. Гомоморфизмы и модели. (Логико-алгебраические аспекты моделирования) / Ю.А. Гастев – Изд-во «Наука», М. 1975. – 152 с.
- [Добров и др., 2004] Добров, Б.В. Методы и средства автоматизированного проектирования практической онтологии / Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич, О.А. Невзорова, Б.Е. Федун // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2004. №2. – С. 58-68.
- [Добров и др., 2009] Добров, Б.В. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения. Программа, понимающая естественный язык / Б.Н. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич, В.Д. Соловьев – Изд-во: Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру, БИНОМ. -2009. – 294 с.
- [Загорюлько, 1988] Загорюлько, Ю.А. Технология конструирования средств обработки знаний на основе семантических сетей. Средства спецификации и настройки / Ю. А. Загорюлько. - Новосибирск, 1988.
- [Загорюлько и др., 2009] Загорюлько Ю.А. Технология разработки порталов научных знаний // Программные продукты и системы. – 2009. – № 4. –С.25-29.
- [Кандрашина и др., 1989] Кандрашина, Е.Ю. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Е. Ю. Кандрашина, Л. В. Литвинцева, Д. А. Поспелов - М.: Наука, 1989.
- [Карпов, 1992] Карпов, В.А. Язык как система. / В.А. Карпов – Минск: Вышэйшая школа, 1992. – 302 с.
- [Клещев и др., 2001а] Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 1. Существующие подходы к определению понятия "онтология" //НТИ.Серия 2 "Информационные процессы и системы", 2001, № 2
- [Клещев и др., 2001б] Клещев А.С. Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 2. Компоненты модели //НТИ.Серия 2 "Информационные процессы и системы", 2001, № 3
- [Клещев и др., 2001с] Клещев А.С. Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 3. Сравнение разных классов моделей онтологий //НТИ.Серия 2 "Информационные процессы и системы", 2001, № 4
- [Лапшин, 2010] Лапшин, В.А. Онтологии в компьютерных системах / В.А. Лапшин - М.: Научный мир, 2010. – 224 с.
- [Лукашевич, 2011] Лукашевич, Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска / Н.В. Лукашевич. – М.: Изд-во Московского университета, 2011. – 512 с.
- [Мартынов и др, 1980] Мартынов В.В., Принципы построения нелинейного графового кода / В.В. Мартынов, В.П. Сидоренко // Семантический код в линейном и нелинейном представлении Мн. 1980.
- [Мартынов, 1974] Мартынов, В.В. Семиологические основы информатики / В.В. Мартынов - Мн.: Наука и техника, 1974. – 192 с.
- [Мартынов, 1977] Мартынов, В.В. Универсальный семантический код (Грамматика. Словарь. Тексты) / В.В. Мартынов – Мн.: Наука и техника, 1977. – 191 с.
- [Мартынов, 1984] Мартынов, В.В. Универсальный семантический код: УСК-3 / В.В. Мартынов – Мн.: Наука и техника, 1984. – 132 с.
- [Мельчук, 1974] Мельчук И.А., Опыт теории лингвистических моделей «смысл->текст» / И.А. Мельчук - М. 1974.
- [Молокова, 1992] Молокова, О.С. Методология анализа предметных знаний / О. С. Молокова. // Новости искусственного интеллекта. - 1992. – № 3. - С.11-60.
- [Онтологическое моделирование, 2011] Онтологическое моделирование // Труды Второго Симпозиума «Онтологическое моделирование», г. Казань, 11-12 октября 2010 г., Ред. Калининченко Л.А. - М.: ИПИ РАН, 2011.
- [Осипов, 1990] Осипов, Г.С. Построение моделей предметных областей. Неординарные семантические сети / Г. С. Осипов. // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1990. - № 5.
- [Плесневич, 2008] Плесневич, Г.С. Бинарные модели знаний / Г. С. Плесневич // Труды Международных научно-технических конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'08) и «Интеллектуальные САПР» (САД-2008). Научное издание в 4-х томах. – М : Физматлит, 2008, Т.2. – С. 424 – 135-146.
- [Поспелов, 1986а] Поспелов, Д.А. Представление знаний. Опыт системного анализа / Д. А. Поспелов. // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. - М.: Наука, 1986. - с. 83-102.
- [Поспелов, 1986б] Поспелов, Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика / Д. А. Поспелов. – М : Наука, 1986.
- [Рубашкин и др., 2005] Рубашкин, В.Ш. Онтология: от натурфилософии к научному мировоззрению и инженерии знаний в компьютерных системах / В.Ш. Рубашкин, Д.Г. Лахути // Вопросы философии. – 2005. № 1. - С. 64-81.
- [Рубашкин, 2012] Рубашкин, В.Ш. Онтологическая семантика. Знания. Онтологически ориентированные методы информационного анализа текстов/В.Ш. Рубашкин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 348 с.
- [Скоруходько, 1983] Скоруходько, Э.Ф. Семантические сети и автоматическая обработка текста. / Э. Ф. Скоруходько. – Киев: Наук. думка, 1983. - 220 с.
- [Смирнов и др., 2002] Смирнов, А.В. Онтологии в системах искусственного интеллекта: способы построения и организации / А.В. Смирнов, М.П. Пашкин, Н.Г. Шилов, Т.В. Левашова // Новости искусственного интеллекта. – 2002. №1(49). – С. 3-13.
- [Смирнов, 2012] Смирнов, С.В. Онтологическое моделирование в ситуационном управлении/ С.В.Смирнов //Онтология проектирования, 2012, №2. – С16-24
- [Соловьев и др., 2006] Соловьев, В.Д. Онтологии и тезаурусы: Учебное пособие / В.Д. Соловьев, Б.В. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич – Казань, Москва: Казанский государственный университет, МГУ им. М.В. Ломоносова, - 2006. – 157 с.
- [Тондл, 1975] Тондл, Л. Проблемы семантики. / Л. Тондл. – Изд-во «Прогресс», М., 1975. – 486 с.
- [Цейтин, 1985] Цейтин, Г.С. Программирование на ассоциативных сетях / Г.С. Цейтин // ЭВМ в проектировании и производстве. Вып. 2. - Л.: Машиностроение, 1985.
- [Шенк, 1980] Шенк, Р. Обработка концептуальной информации / Р. Шенк. – Москва: Энергия, 1980.

## STRUCTURIZATION OF SENSE SPACE

Golenkov V.V., Guliakina N.A.

*Belarusian State University of Informatics and  
Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

**golenkov@bsuir.by**

**guliakina@bsuir.by**

The article is devoted to an approach to information representation in the intelligent systems, based on semantic networks in the aspect of appealing to the sense of represented information. Main attention is paid to the considering of such notions, as subject domain and ontology of the subject domain, their classification and traits of the most typical classes. One of the sections is devoted to the integration of semantic networks with Universal semantic code, proposed by V.V. Martynov.