

# Развитие концепции лингвистической переменной в контексте вербальных вычислений и представлений

И. В. Герасимов<sup>1</sup>, С. А. Кузьмин<sup>2</sup>, А. В. Ли<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>IVGerasimov-45@yandex.ru, <sup>2</sup>KSA84@yandex.ru, <sup>3</sup>ArtemLee90@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы возникновения и применения в теории и практике автоматизированного инжиниринга богатого класса явлений и систем существенно языковой природы. При этом привлекаются различные уровни абстрагирования природоподобного объекта. Средства вычислительной перцепции характеризуются в рамках кибернетической эпистемологии. Особое внимание обращается на одно из многообещающих направлений развития информационных технологий - трансформацию формальных методов в соответствующие формальные технологии, что позволяет аккумулировать инженерные знания и опыт в виде активных информационных ресурсов в свете концепции «NET - WEB - GRAPH».

**Ключевые слова:** лингвистическая переменная; вербальные вычисления и представления; мир слова; вычислительная перцепция; природоподобные объекты

## I. ЦЕЛЬ И КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА К ФОРМАМ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В КОНТЕКСТЕ ВЕРБАЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Не будет большим преувеличением считать, что нынешняя информатика имеет черты антропоморфности. А любая попытка выхода за антропоморфность означает переход в сферу синергетических конструкций и обобщений, т.е., фактически в зону "особого внимания" философии с её собственными категориями.

Активные информационные ресурсы превращают компьютер для инженера в активного партнёра, не только берущего на себя значительный объём рутинной работы, но и помогающего ему принимать проектные решения, оставляя за ним преимущественно творческие функции. Согласно Л. фон Берталанфи, «выделение систем, как в повседневных объектах нашего мира, так и в концептуальных конструкциях, определяется нашим "видением" или "перцепцией" (восприятием). Такое представление не вполне детерминировано свойствами системы – оно может зависеть и от наблюдателя, выбирающего удобный способ представления... Первоначально открытое наблюдателю поле исследования принципиально аморфно, не расчленено... Сама возможность выделения в этом поле устойчивых объектов определяется некими целостными свойствами системы и

способностью наблюдателя к восприятию образа» [1]. Как известно, дальнейшее развитие кибернетики – это цепь попыток понять и формализовать деятельность человека в различных задачах (теория игр, распознавание образов, коллективное поведение автоматов и т.д.). Важно отметить, что сложность и системность не являются сопоставимыми понятиями, поскольку сложность относится к объекту восприятия (исследования), а системность – к способу его описания.

Процесс освоения "феномена информации" в компьютерных науках идёт в двух направлениях: 1) в осознании информационных законов человеком; 2) в его самосовершенствовании через расширение мировоззрения и в создании новых информационных технологий, значительно расширяющих возможности технических систем. Это органично вписывает человека в технологический процесс обработки информации и существенно повышает эффективность принятия решений в автоматизированных системах управления и проектирования.

Наша цель – дальнейшее обобщение понятий "число" и "буква", выраженное через "миры слов" (пространства слов). Основной идеей здесь выступает весьма общий принцип, применяемый в математике. Он состоит в том, что объекты не измеряются (конструируются в некотором базисе), а сравниваются путём сопоставления свойств [2]. Для них важна не величина, а принадлежность к некоторому классу эквивалентных объектов, обладающих теми же свойствами. Тем самым, здесь не вычисляют, а распознают образ. Принцип ориентирован на косвенное задание объектов в случае работы с "мягкими", вербальными знаниями. Их содержание должно порождать тот либо иной численно-буквенный алгоритм решения.

Отсюда алгоритм – это основанное на понятийной модели описание, более или менее подробное, намечаемых действий по решению задачи. Через построение концептуальных (вербальных) моделей и алгоритмизацию в содержательную модель задачи входят абстракции человеческого интеллекта, свойства искусственных и живых (биологических и социотехнических) систем. Отношения между сущностями формализуются в связях,

которые основываются на дисциплинарном поведении, правилах и физических законах, доминирующих в реальном мире. Соотношение понятий с помощью диалектических противоположностей представлено схемой на рис. 1 [3].

Цель когнитивной науки – выяснить природу механизмов, имеющихся в распоряжении человека в процессе мышления, восприятия и понимания (рис. 2) [4].

Цель процессной семантики – понять специфические механизмы, связанные с употреблением языка и способы, которыми они взаимодействуют с прочими аспектами функционирования мышления. Речь идёт о построении знаковых систем, схематизации конкретных объектов реального мира путём выделения их свойств, атрибутов и отношений. Это в конечном итоге приводит к созданию некоторого искусственного (формального) языка (табл. 1) [5].



Рис. 1. Соотношение понятий "Абстрактное", "Конкретное", "Виртуальное" и "Актуальное" с помощью диалектических противоположностей



Рис. 2. Структурно-функциональная схема понятия "Информация"

ТАБЛИЦА I КЛАССИФИКАЦИЯ ЯЗЫКОВ

Языки	Формальные	Неформальные	
Естественные	Математика	UML	Человеческий язык
Искусственные	Языки программирования		Эсперанто

Нельзя не отметить, что одним из популярных толкований понятия информации в компьютерных науках - семантика и прагматика языка представления данных.

Достижение поставленной цели предполагает обсуждение семейства моделей средств вычислительной перцепции на различных уровнях абстрагирования:

- философское или теоретико-познавательное описание замысла *природоподобного объекта* (ППО);
- представление ППО на языке выбранной научной теории;
- проектное представление ППО;
- конструкция ППО;
- технологическое обеспечение ППО;
- материальное воплощение ППО.

## II. МИР СЛОВА

Понятие "мир слова" – это дальнейшее обобщение понятий "число" и "буква", принципиально отличающееся от них [2]:

- Во-первых, "мир слова" имеет явно заданный и используемый в компьютере один или несколько атрибутов, определяющих его семантику и прагматику, тогда как смысл буквы или числа в обычных информационных системах всегда отчужден от компьютера и находится в голове у программиста. Иными словами, "миры слов" имеют явно заданную интерпретацию.
- Во-вторых, "мир слова", в отличие от числа или буквы, нельзя использовать автономно, т.к. он связан с другими "мирами слов" родовидовыми, причинно-следственными, временными и другими связями. Таким образом, "миры слов" отличаются связностью и структурированностью.
- В-третьих, миры слов можно заставить порождать другие миры слов и связи с ними, т.е. "миры слов" могут быть активными.
- Наконец, в-четвёртых, "миры слов" в отличие от чисел и букв позволяют возвести в ранг математических объектов не только количественные, но и качественные понятия.

## III. ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ПЕРЕМЕННАЯ

В теории вербальных вычислений и представлений (computing with words and perceptions) Л. Заде (1973 г.) подошёл довольно близко к построению моделей приближённых рассуждений человека и использования их в кибернетических системах. Введение понятия лингвистической переменной [6] привело к уточнению языковой конструкции, имеющей определённый смысл (т.е. образное содержание).

#### IV. АКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

Исследования по информатике отличаются от исследований, проводимых в рамках естественнонаучных дисциплин тем, что они не столько позволяют открывать, объяснять или использовать законы и явления открытого мира, а, в первую очередь, изучают свойства машин, созданных человеком для «усиления его интеллектуальных способностей» [7]. Работа таких машин представляет собой языковую деятельность в широком смысле этого слова. До появления компьютеров языковая деятельность была исключительно прерогативой человека. Возможность её машинного отчуждения вызвала не только научный, но и огромный общественный интерес.

Возникновение новой парадигмы информационной сети «NET – WEB – GRAPH» (Giant Global Graph – G3) [8] обусловило уникальность современной ситуации: индивидуумы и небольшие коллективы людей впервые за всю историю человечества получили возможность сотрудничать и конкурировать на мировом рынке в качестве полноценных и полноправных производителей и потребителей товаров и услуг (рис. 3).

- 3. GRAPH – GGG (G3)  
Сеть знаний  
Среда взаимодействия
- 2. WEB – WWW  
Сеть документов  
Среда взаимосвязи
- 1. NET  
Сеть компьютеров  
Среда коммуникации

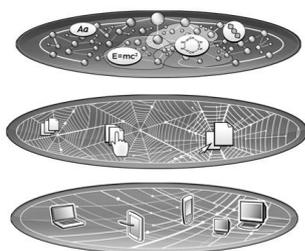


Рис. 3. Концепция «NET - WEB - GRAPH»

Главное в современном развитии компьютерных наук определяется тем, как мы воспринимаем мир и как мы выражаем наши мысли. Экспертное сообщество часто связывает это с появлением дисциплины, которую можно назвать *компьютерной эпистемологией* – исследованием структуры знания с императивной точки зрения в противоположность более декларативной точке зрения классических математических дисциплин. Математика даёт нам структуру, с помощью которой мы можем описывать знания типа "что такое". Компьютерная наука даёт нам структуру, в которой мы можем описывать понятия типа "как".

#### V. РЕЗЮМЕ

1. Компьютерная наука опирается на две порождающие виртуальную реальность системы – техническую и социально-психическую. Без сознания нет никакой виртуальной реальности. Причём не того сознания, которое наблюдает извне эту реальность, а сознания, которое вначале участвует в порождении этой реальности, а затем уже наблюдает за её функционированием. Сознание оказывается включённым в производство объектов реальности нового типа.

К созданию математической концепции вербального производства подталкивают задачи реконструирования текста при условии наличия осмысленного контекста.

В случае, когда символы не равновероятны или зависят друг от друга, число бинарных выборов, необходимых для определения, уменьшается: информационная энтропия сообщения, написанного человеком, меньше величины 5 бит/символ случайного (стохастического) текста, напечатанного не homo sapiens.

2. Избыточность языка отчасти связана с семантической корреляцией между частями текста, в котором понятия выражены с минимальной согласованностью. И отчасти – с системой правил, которые, будучи включёнными как целое в структуру языка, представляют в нём то, что в синергетике называют параметром порядка.

Так проявляется одна из поразительных особенностей любой биологической системы – высокая степень координации между её отдельными частями.

По всей видимости, существуют два уровня мышления: дискретный, задаваемый системой, и непрерывный – на уровне потока сознания. В связи с этим, в настоящее время проявляется интерес к квантовой логике и топологическому подходу к описанию концептов пространства-времени с использованием адекватных средств и специальных языков науки.

3. Наряду с вероятностной мерой (как способом оценки неопределённости утверждений) и байесовским подходом (позволяющим работать с вероятностью истинности), на концептуальном этапе проектирования заслуживает внимания аппарат квантовой теории (который вбирает в себя не очень совместимые способы описания виртуального объекта проектирования, работает с амплитудой вероятности, допуская суперпозицию любых базисных состояний), небайесовские меры истинности: меры доверия и правдоподобия, меры необходимости и возможности, нечёткие меры.

4. С позиций философии, исследующей свойства науки как одной из форм познания реального мира, научный подход был разработан по вполне определённом сценарию, сформулированному в трудах Платона и Аристотеля. Альтернативный подход развивается Бергсоном, утверждающим, что наука по отношению к природе действует не по схеме кинематографической съёмки (время дискредитизируется и происходит фиксация состояния природного объекта), а посредством эволюции, когда событие развёртывается во времени (непрерывный поток времени). Согласно этому подходу, эволюция есть процесс в высшей степени организованный (когерентный). Равно как и речь и мышление у людей, такие когерентные процессы становятся возможными только путём обмена семантическими сигналами между различными частями системы и различными её иерархическими уровнями. Согласно Г. Хакену, на микроскопическом уровне возникает когерентная волна, которая служит своего рода параметром порядка.

5. Говоря о реализации принципов виртуализации объектов волновыми методами, следует выделить два взаимосвязанных подхода: первый базируется на результатах нейрофизиологических исследований мозга (biologically inspired models), а второй развивает традиции применения математической логики к описанию реальных процессов мышления.

Наиболее мощное направление в рамках первого подхода – нейросетевая парадигма, а в рамках второго – нечёткие логики.

Современная парадигма искусственного интеллекта – парадигма вычислительного интеллекта (computational intelligence), а её развитие – парадигма вычислительного восприятия (computational perception).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] фон Бергаланфи Л. История и статус общей теории систем / В кн. Системные исследования: Ежегодник. М.: Наука, 1973. С. 20-27.

- [2] Герасимов И.В. Информатика: содержание образовательно-профессиональной подготовки в области компьютерных информационных технологий. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 119 с.
- [3] Герасимов И.В., Мкртычян А.Р., Никитин А.В., Лозовой Л.Н., Кузьмин С.А. Парадигма виртуальности в автоматизированном исследовательском проектировании высокотехнологичных изделий электроники и средств аналитического приборостроения / Под ред. И.В. Герасимова. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 205 с.
- [4] Полонников Р.И. Основные концепции общей теории информации. СПб.: Наука, 2006. 204 с.
- [5] Герасимов И.В., Никитин А.В., Кузьмин С.А. Дискретные структуры. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 48 с.
- [6] Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 165 с.
- [7] Эшби У.Р. Введение в кибернетику. Пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. 432 с.
- [8] Волович И.В., Хохлова М.Н. О теории моделирования и гиперграфе классов // Труды Математического института им. В.А. Стеклова. 2004. Т. 245. С. 281-287.