

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin
(editors)

**Information Models
of
Knowledge**

**ITHEA[®]
KIEV – SOFIA
2010**

Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin (ed.)

Information Models of Knowledge

ITHEA®

Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria, 2010

ISBN 978-954-16-0048-1

First edition

Recommended for publication by The Scientific Council of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA
ITHEA IBS ISC: 19.

This book maintains articles on actual problems of research and application of information technologies, especially the new approaches, models, algorithms and methods for information modeling of knowledge in: Intelligence metasynthesis and knowledge processing in intelligent systems; Formalisms and methods of knowledge representation; Connectionism and neural nets; System analysis and synthesis; Modelling of the complex artificial systems; Image Processing and Computer Vision; Computer virtual reality; Virtual laboratories for computer-aided design; Decision support systems; Information models of knowledge of and for education; Open social info-educational platforms; Web-based educational information systems; Semantic Web Technologies; Mathematical foundations for information modeling of knowledge; Discrete mathematics; Mathematical methods for research of complex systems.

It is represented that book articles will be interesting for experts in the field of information technologies as well as for practical users.

General Sponsor: Consortium FOI Bulgaria (www.foibg.com).

Printed in Ukraine

Copyright © 2010 All rights reserved

© 2010 ITHEA® – Publisher; Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria. www.ithea.org ; e-mail: info@foibg.com

© 2010 Krassimir Markov, Vitalii Velychko, Oleksy Voloshin – Editors

© 2010 Ina Markova – Technical editor

© 2010 For all authors in the book.

® ITHEA is a registered trade mark of FOI-COMMERCE Co., Bulgaria

ISBN 978-954-16-0048-1

C/o Jusautor, Sofia, 2010

О ЦЕЛОСТНОСТИ ОБРАЗА: ДОФОРМАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Юрий Валькман

Abstract: В работе анализируется свойство целостности образа. В значительной степени работа базируется на исследованиях психологов. Анализируются различные проявления целостности и характеристики образов, которые обеспечивают синтез целостных структур. Показано, что это свойство характерно не только для первичных (перцептивных) образных структур, но для вторичных (образов представления и воображения). Мы полагаем, что без поддержки целостности структур образной информации в вычислительной среде невозможно моделирование процессов образно-понятийного мышления в компьютерных технологиях.

Keywords: Образ, мышление, понятие, структура, система, целостность, модель, компьютерная технология, база знаний, вычислительная среда.

ACM Classification Keywords: A.1 Information Technology for Knowledge Management; E.1 Process-oriented Knowledge Structuring; H.1.1 Systems and Information Theory; I.2.4 Knowledge Representation Formalisms and Methods; J.4 Social and Behavioral Sciences; M.4 Intelligence Metasynthesis and Knowledge Processing in Intelligent Systems

1. Введение

Данная работа является продолжением исследований процессов образного мышления (см., в частности, [Валькман, 2008; Валькман, 2009; Валькман, 2010]). Объектом этих исследований является технологии управления образными знаниями в интеллектуальных системах. Здесь, предмет исследования – свойство целостности образной информации. Цель исследования – разработка моделей представления структур образной информации и методов их использования в практической деятельности.

В последней работе [Валькман, 2010] в центре нашего внимания были структуры образной информации. Структуры образов, явно и неявно, определяются целостностью образной информации, и наоборот.

Целостное, структурное описание объекта (знака) состоит из обобщенных описаний структурных частей объекта и обобщенных пространственных отношений между ними. Обычно разделяют обобщения и укрупнения как что-то независимое, при этом в проблематике искусственного интеллекта (ИИ) чаще рассматриваются обобщения (индукция-дедукция). Укрупнения, т. е. взаимодействия между частями и целым (анализ-синтез), рассматриваются реже.

Рассмотрим некоторые свойства и характеристики целостности структур образной информации.

Поскольку мы исследуем процессы мышления, то логично использовать это понятие в определении психологов [Веккер, 1998]: ОБРАЗ — чувственная форма психического явления, имеющая в идеальном плане пространственную организацию и временную динамику. Такие образы различные исследователи еще называют «мысленными» (imagey, в отличие от pattern), «чувственными», «вторичными», «внутренними». Важно подчеркнуть их значительное отличие от образов в кибернетическом понимании (в проблематике распознавание образов). Фактически, в кибернетике образ определяется как понятие в логике.

В психологии в настоящее время понимание механизма создания различных образов базируется в основном на отнесении их к различным психическим функциям (восприятию, представлению, воображению). Поэтому, психологи выделяют, в частности, три класса образов:

- образ восприятия — отражение в идеальном плане внешнего объекта (сцены), воздействующего на органы чувств,
- образ представления — отражение (вспоминание) объекта без его наличия (сенсорного контакта с ним) и

- *образ воображения* — вымышленный образ, данный в представлении, но не имеющий аналогов в реальной действительности и, поэтому, никогда ранее не воспринимавшийся.

Различие их усматривается обычно в динамике соотношения чувственных и понятийных компонентов, в преобладании единичного или общего, можно говорить и о трех уровнях абстракции (см. [Валькман, 2008]). Схема отношений между этими тремя классами образов представлена на рис. 1.

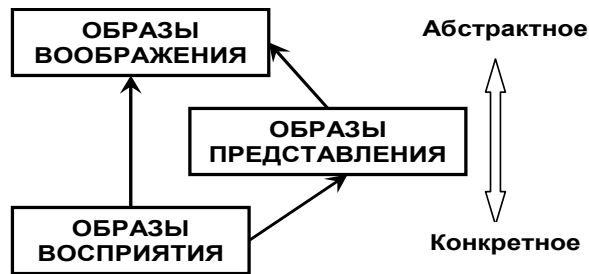


Рис. 1. Схема отношений трех классов образов.

2. Отношение «часть - целое»

Понятие *целостности* явно неявно опирается на отношения частей и целого. Вообще, *часть* и *целое* — философские категории, выражающие отношение между некоторой совокупностью предметов и отдельными предметами, образующими эту совокупность.

Категории *часть* и *целое* определяются посредством друг друга: *часть* — это элемент некоторого *целого*; *целое* — то, что состоит из *частей*.

Со времен античности проблема соотношения части и целого не только обсуждалась в философии, но в той или иной форме возникала во многих сферах науки и даже общественной жизни. В философии эта проблема формулировалась в самом общем виде: *что является более фундаментальным, исходным, важным — целое или его части?* Решения этой проблемы постепенно оформились в виде двух альтернативных позиций, противоположные исходные принципы которых образовали антиномии целостности. Философская позиция, сводящая целое к его частям и рассматривающая свойства целого только как сумму свойств его частей, получила наименование *меризма* (от греч. *meros* — часть). Противоположная позиция, подчеркивающая несводимость целого к его частям, обретение целым новых свойств по сравнению с его частями, называется *холизмом* (от греч. *holos* — целый). Холистская позиция проявилась в теории эмерджентной эволюции, в витализме, в гештальтпсихологии [Вертегеймер, 1987].

Мереологические (и таксономические) аспекты структур образной информации мы рассмотрели в работе [Валькман, 2010]. Здесь акцентируем внимание на холизме, или гештальте образов, т.е. образ первичен, его компоненты вторичны. Но, конечно, подходы «образ → компоненты» и «компоненты → образ» нельзя противопоставлять и рассматривать изолированно. Они взаимозависимы и дополняют друг друга.

При исследовании целостности образов мы должны «спуститься с высот» философского анализа этой категории и обратить внимание на то, что отношения «часть-целое» может отражать различные аспекты.

Интересный подход к анализу целостности предложен в работе [Лукашевич, 2007] в приложении к лингвистическим структурам. Мы намерены использовать его при построении образных структур. Основная идея авторов состоит в том, чтобы классифицировать различные способы, которыми части соотносятся к своему целому, введением шести различных типов отношений *меронимии*, различаемых на основе признаков *функциональности*, *гомеомерности* и *отделимости*:

Функциональные части ограничены своей функцией, в их пространственном или временном положении. К примеру, ручка чашки может быть расположена в ограниченном числе позиций, если она должна функционировать как ручка.

Гомеомерные части представляют собой объект того же типа, что и их целые, к примеру, кусок – пирог, тогда как негомеомерные части отличны от своих целых, например, дерево-лес.

Отделимые части могут, в принципе, быть отделенными от целого, к примеру, ручка – чашка, тогда как неотделимые не могут, например, сталь – велосипед.

На основе комбинации этих трех признаков можно выделить следующие типы отношений *часть-целое*:

- *Компонент/Интегральный объект*: Интегральные объекты характеризуются своей структурой, тогда как их компоненты отделимы и имеют специальную функциональность. Например, Колеса – это части автомобиля, фонология – это часть лингвистики.
- *Член/Коллекция*: Члены не играют никакой функциональной роли по отношению к своему целому, они отделимы: дерево – часть леса.
- *Порция/Масса*: Целое рассматривается как гомогенный агрегат и его порции подобны целому: Кусок – это часть пирога.
- *Материал/Объект*: Материал, из которого сделан объект, не отделим от этого объекта, не имеет функциональной роли и негомеомерный: Сталь – часть велосипеда.
- *Фаза/Деятельность*: Фаза, как компонент, имеет функциональную роль, но не отделима: ложка – часть процесса еды, глотание – часть процесса еды.
- *Место/местность*: часть гомеомерна, так как каждая часть пространственного региона подобна целому региону, но не отделима: Оазис – это часть пустыни.

При всем разнообразии подвидов отношения *часть-целое*, существуют классы отношений, которые не рекомендуется путать с отношениями *часть-целое*. Например, к таким отношениям относится отношение «*местонахождение внутри*»: тот факт, что некто находится в комнате, не означает, что этот некто является частью комнаты. Другим видом, отношений, которые необходимо отделять от отношения *часть-целое*, является *отношения присоединения*: тот факт, что электрическая лампа подключена к электрической сети не делает ее частью этой электрической сети.

Заметим, в анализе структур образной информации мы должны рассматривать отношение *часть-целое* еще и на уровне использования различных модальностей: *зрительный канал, слуховой, тактильный и т.д.* Причем, это относится не только к образам восприятия, но и к образам представления и воображения., Интересно также рассмотреть отношение *часть-целое* в структурах: формальные модели, их интерпретация вербальная, графическая и т.д. В образных структурах представляют интерес мультимедийные системы: песни, фильмы и т.п.

Конечно, построение формального аппарата представления образных структур в компьютерных технологиях для моделирования процессов мышления требуют более детальных исследований.

3. Проблема целостности

Целостность - это характеристика любого объекта, всегда состоящего из взаимодействующих частей и обладающего новыми качествами. В системном анализе подчеркивается, новые свойства целого, не сводимые к свойствам частей, каким-то, в общем случае неизвестным, образом определяются свойствами частей и их взаимодействием. Состав, свойства и взаимодействия элементов (частей) каким-то, в общем случае неизвестным, образом определяются свойствами целого. Основным обязательным свойством является *организация* (в данном случае, *образов*), обеспечивающая *устойчивое* существование объекта (системы) во времени. Строящаяся в мозге модель проблемной среды должна содержать целостные представления объектов и ситуаций. Признаковые описания также существуют в модели среды, но эти описания целостными не являются.

Можно ли как-то представить двусторонние взаимодействия между уровнем целого и уровнем частей? Ученые-синергетики исследуя эти взаимодействия, пришли, вообще, к новой парадигме. *Понятие целостности* в этой парадигме приходит на смену понятию *полноты*. В мире живого *полнота*

недостижима, а мягкость, свойственная целостности, просто необходима. Без нее невозможно примирить тенденции к суверенности и взаимозависимости частей современного мира, невозможно совместить единство целого и свободу частей [Баранцев, 2009]. Природная тяга к целостности есть тяга к жизни. Стремясь к гармонии целого, человек вызывает недостающие компоненты силой воображения. Заметим, речь идет о создании принципиально новых формальных систем. Может семиотических?

4. Структурная целостность

Целостность обычно рассматривают с точки зрения ее отношения к частям, при этом стремятся раскрыть неразрывность и взаимообусловленность частей и целого. Структурную целостность образной информации мы рассматривали в [Валькман, 2010]. Ее еще называют в системном анализе – *внутренней*.

Психологи давно заметили (см., например, в [Петровский, 1998]), что образ (его структура и ее построение), как одна из психических реалий, несводим ни к физическим, ни к физиологическим процессам. Уже первые исследования в этом направлении определили разграничение двух существенно различных разрядов психических образов – *сенсорного* и *умственного* (чувственного и мыслимого). И *умственные образы* издавна обозначались непсихологическими терминами – такими, как *понятие* (в логике), *значение слова* (в филологии), *модель* (в формальных науках и технологиях) и т.д.

5. Функциональная целостность

В этом разделе мы отступаем от традиционного подхода и рассматриваем целостность в ее отношении к внешнему окружению, к среде, т.е. в функциональном аспекте. Такую целостность естественно назвать *функциональной*. В теории систем ее иногда называют *внешней*.

Проблема функциональной целостности занимает существенное место при анализе семиотических систем, в той его части, где рассматриваются вопросы интерпретации знаков и знаковосочетаний (семантика). Значение знака всегда относительно и существует лишь как отношение знака к предмету. С целостными свойствами понятий нашего языка мы сталкиваемся также всякий раз, когда хотим дать им определение. Известно, что *понятие можно определить, лишь подведя его явно или неявно под более широкое понятие*, находящееся на более высоком уровне иерархии понятий. Этот более высокий уровень играет роль своего рода "*лингвистического окружения*", или "*лингвистической среды*", без которой содержание понятий лишается четкости и определенности.

В общей теории систем понятие функциональной целостности с самого начала кладется в основу теории. Оно играет здесь фундаментальную роль наряду с принципом иерархичности. Анализируя понятие системы, В. Н. Садовский рассматривает целостность и иерархичность как равноправные компоненты и ставит их рядом с точки зрения основополагающего значения для теории систем (см. в [Марков, 1982]). Тем самым указывается, что между принципом целостности и принципом иерархичности существует органическая связь.

Иерархическое строение систем в методологическом контексте выступает как следствие функционального характера целостности. С этой точки зрения относительно обособленной объект, рассматриваемый в рамках более широкой системы объект – среда, может трактоваться как уровень иерархии в этой последней системе. Вторым уровнем является окружающая среда. Соответственно этому систему *объект – среда* можно изобразить двумя концентрическими окружностями. Если часть среды, в которой функционирует система (а точнее, ее ближайшее окружение), в свою очередь может быть описана как целостность, то получаем уже *трехуровневую иерархическую структуру*, которую можно изобразить соответственно тремя концентрическими окружностями. И так далее.

Функциональная целостность обуславливает относительную самостоятельность, автономность отдельных подсистем в рамках иерархической структуры. Эта автономность в известном смысле неизбежна, как неизбежно то, что всякий объект, раз он существует, обладает целостными характеристиками, некоторым собственным поведением.

Таким образом, *автономность, целостность, поведенческие характеристики* какого-либо уровня в иерархической системе невозможно понять, изучая структуру только этого уровня, как невозможно понять, что такое стоимость, изучая физико-химические свойства товара. Функции уровня имеют межуровневую природу, выступая как структурные свойства всей иерархической системы, и с этой точки зрения представляют собой основу для проведения структурного анализа системы. Одновременно структура системы может рассматриваться как результат функционального синтеза, т.е. синтеза целостных свойств элементов и уровней системы.

И, таким образом, структуры представления образной информации, онтологий понятийных структур, тезаурусов вербальных структур, вообще любых систем имеют иерархический характер (см. теории и приложения в [Гладун, 1994; Хокинс, 2007; Белов, 2009]). В образных структурах мы можем выделить три слоя в уровнях иерархии; в соответствии с тремя классами образов. Условная схема иерархических отношений образов представлена на рис. 2.

Представляется целесообразным подчеркнуть четыре аспекта в этой структуре.

Во-первых, это - иерархия сложности, а не управления, т.е. в ней отражаются отношения «много к многим» между соседними уровнями. Это - *не древовидная структура*. Древовидной она становится тогда, когда рассматривается конкретный образ. Так, например, используется эффективный аппарат растущих пирамидальных сетей [Гладун, 1994]. На древовидные структуры опираются конвергентные и дивергентные процессы в [Белов, 2009].

Во-вторых (как следствие, во-первых), число компонент на различных уровнях иерархии не уменьшается по мере перемещения снизу вверх, а наоборот, *растет*. Это обусловлено, в частности, тем, что порождение новых образов может производиться с использованием различных комбинаций базовых («нижележащих») признаков (свойств).

В-третьих, уровни иерархии определяются целостностями, входящими в рассматриваемый, конкретный образ. Поэтому, в целом, иерархическая структура – нерегулярна и гетерогенна.

В-четвертых, человек не всегда в состоянии четко определить, о каком классе образов идет речь в конкретных случаях. Поэтому, границы в слоях носят *условный, нечеткий характер*; они «размыты».

Следующие два раздела, в значительной степени, базируются на материале фундаментальной монографии [Веккер, 1998].

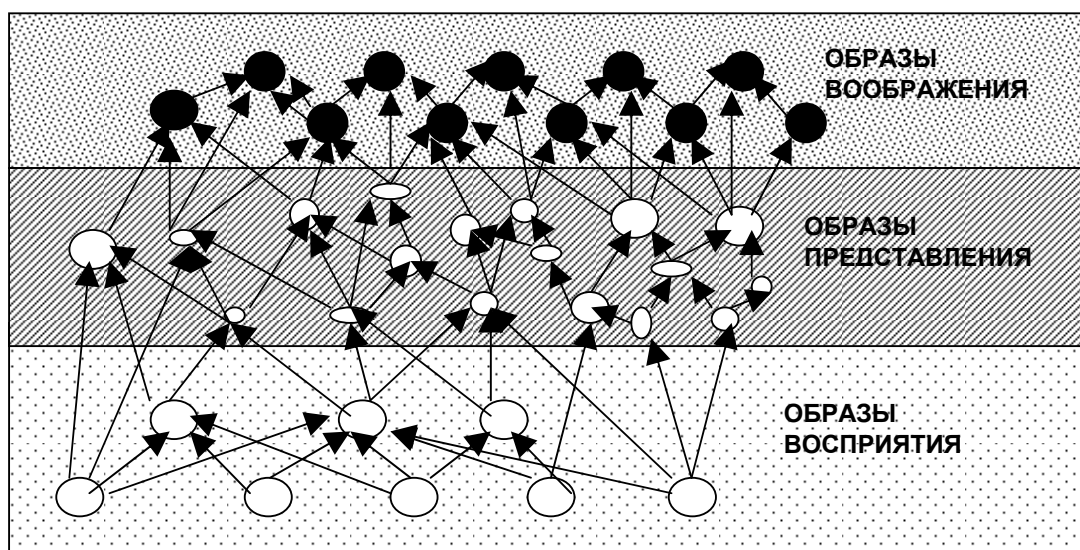


Рис. 2. Условная схема иерархической структуры образной информации.

6. Целостность образов восприятия

Целостность восприятия — свойство восприятия, состоящее в том, что всякий объект, а тем более пространственная предметная ситуация воспринимаются как устойчивое системное целое, даже если некоторые части этого целого в данный момент не могут быть наблюдаемы (например, тыльная часть вещи) [Веккер, 1998]. Проблема *целостности восприятия* впервые была экспериментально исследована представителями гештальтпсихологии [Вертегеймер, 1987]. Однако здесь целостность восприятия выступала как изначальное его свойство, определяемое законами сознания. Российская психология рассматривает целостность восприятия как *отражение целостности, объективно присущей воспринимаемому* [Якиманская, 1985]. Образ, формирующийся в процессе отражения действительности, обладает высокой избыточностью. Это значит, что некоторая совокупность компонентов образа содержит информацию не только о самой себе, но и о других компонентах, а также об образе в целом. Так, наблюдатель, который по условиям восприятия мог наблюдать голову и плечи прохожего, воспринимает положение его рук, туловища и даже характер его походки. А это уже образы воображения.

Восприятием называется отражение в сознании человека предметов и явлений окружающего мира при их непосредственном воздействии на рецепторы в форме целостных образов.

Мы воспринимаем игровые действия футболистов, которые в борьбе за мяч осуществляют задуманную ими тактическую комбинацию. Альпинист воспринимает предметы и пространственные отношения между ними, когда смотрит на открывшуюся его взору горную долину, видит находящиеся вблизи деревья и скалы, текущую несколько дальше горную речку и далекие остроконечные пики гор на горизонте. Студент воспринимает речь преподавателя, читающего лекцию.

Эти примеры показывают, что в процессе восприятия мы получаем образы воспринимаемых вещей и явлений окружающего мира. *Образы восприятия* отличаются следующими особенностями [Веккер, 1998].

1. Объективация, вынесение образа вовне. Воспринимая какой-нибудь предмет (дерево, книгу и т. д.), мы осознаем его не как наше субъективное психическое переживание, а как объективный, вне нас существующий предмет.

2. Целостность. Восприятие всегда имеет целостный характер: в получаемых в процессе восприятия конкретных образах предметов внешние явления отражаются в их целостности, в органической совокупности их свойств и качеств.

Образ восприятия не механическая сумма частей или элементов, из которых состоит воспринимаемый предмет, а образ самого объекта во всей его целостности. С самого начала, с первого момента восприятия мы имеем дело сразу же, мгновенно с образом целостной вещи, а не создаем его путем суммирования элементов. Наоборот, расчленение образа на элементы — вторичный процесс, дополняющий целостное восприятие и идущий вслед за ним. Сначала мы видим дом, а затем уже различаем этажи и другие части строения. Сначала мы слышим мелодию во всей ее целостности, а затем уже выделяем составляющие ее аккорды и музыкальные тоны.

Целостный характер восприятия обусловлен природенной нашему мозгу способностью видеть в воспринимаемом предмете то, что составляет его особенность как *целого предмета*, а затем уже выделять присущие ему элементы.

Во многих случаях конкретный характер частей и элементов *целостного предмета* не имеет для его восприятия существенного значения и может быть легко заменен другими конкретными особенностями без того, чтобы была потеряна целостность восприятия. Так, мы воспринимаем мелодию как целостно одну и ту же, несмотря на то, что она сыграна на различных музыкальных инструментах или в различных регистрах, что, как известно, полностью меняет конкретный характер составляющих ее элементов. Необходимо лишь, чтобы при исполнении сохранялось обуславливающее *целостность мелодии* определенное соотношение составляющих ее музыкальных тонов. Любую букву алфавита мы всегда узнаем как таковую, несмотря на значительное расхождение в транскрипции. Необходимо лишь, чтобы при всех этих расхождениях сохранялось характеризующее целостность предмета соотношение частей.

Целостность образа всегда обусловлена тем, что мы непосредственно воспринимаем в предмете обуславливающие эту целостность особенности, хотя не всегда можем определить, в чем они состоят. Так, мы сразу же и легко различаем на фотографии женское лицо от мужского и в то же время с трудом можем сказать, чем мы при этом руководствуемся.

Благодаря целостному характеру восприятия мы всегда восполняем в своем восприятии отсутствующие элементы и части воспринимаемого предмета.

3. *Подвижность*, отсутствие длительной фиксации определенных частей, невозможность на сколько-нибудь длительное время сохранить постоянство образа, который все время находится в движении, изменении. Поскольку процесс восприятия всегда совершается во времени, образ воспринимаемого предмета отличается подвижностью, изменчивостью; это не застывшее, статическое изображение, но всегда меняющееся в своих характерных чертах. Например, при восприятии дерева в сознании человека в каждый данный момент отражается преимущественно то та, то другая часть предмета: сейчас в восприятии дерева наиболее отчетливо выступает его своеобразный ствол; через секунду в том же образе дерева более ярко отразится его крона.

4. *Константность*. При всей своей подвижности и изменчивости образы воспринимаемых нами предметов отличаются определенным постоянством (константностью), несмотря на значительную вариативность условий, в которых протекает процесс восприятия. Так, лист писчей бумаги мы воспринимаем всегда как белый, хотя его окраска может принимать различные оттенки в связи с изменением условий освещения. Стол воспринимается нами обязательно как имеющий квадратную или прямоугольную верхнюю часть, хотя в данный момент мы можем видеть его под таким углом зрения, когда его верхняя поверхность от нас скрыта и т.д.

5. *Осмысленность*. Образы восприятия всегда имеют четко выраженное определенное смысловое значение («я вижу дерево, море, человека» и т. д.). Мы всегда относим наблюдаемый предмет или явление к определенной группе или классу предметов, а не отображаем их в своем восприятии как нечто изолированное, не имеющее отношения к другим явлениям. Осмысленность восприятия достигается прежде всего тем, что конкретный образ воспринимаемого явления мы тотчас же обозначаем *словами*.

Хотя гештальт-психология [Вертгеймер, 1987] в своих теоретических позициях исходила из изначальности и первичности целого по отношению к элементам, в ее экспериментальном материале – в полном соответствии с несомненным общенаучным положением о том, что целое состоит из элементов и поэтому в каких-то своих характеристиках неизбежно от них зависит – содержатся факты, воплощающие второй аспект этого соотношения – зависимость способов группировки элементов в целое от характеристик самих элементов. Эксперименты выявляют несколько факторов или эмпирических законов такой группировки элементов в целостную структуру [Веккер, 1998]:

- *Фактор близости*. При прочих равных условиях в целостную структуру объединяются элементы по признаку наименьшего расстояния между ними.
- *Фактор замкнутости*. В единую перцептивную структуру объединяются элементы, в совокупности составляющие замкнутый контур или замкнутую трехмерную поверхность.
- *Фактор хорошей формы*. Объединению подвергаются элементы, образующие в целом особый предпочтительный класс так называемых хороших форм, таких, например, как круг или прямая линия, т.е. тел или фигур, обладающих свойством симметричности, периодичности, ритма и т.д.
- *Фактор коллективного движения*. К объединению в группу тяготеют элементы, совершающие совместное перемещение (стая птиц, эскадрилья самолетов и т.д.).
- *Фактор однородности*, заключающийся в том, что детерминантой объединения элементов оказываются их общие пространственные или модальные характеристики; в единую группировку входят компоненты одной формы, одного цвета и т.д.

Таким образом, все выделенные факторы, на основе которых элементы связываются в *целостную структуру*, суть не что иное, как разные частные формы общего объединяющего их начала – *однородности по какому-либо из пространственно-временных или модальных признаков*.

Все эти факторы и свойства перцептивных образов, хорошо известные психологам, приведены здесь для определения направлений исследования процессов синтеза и анализа образных структур с целью их моделирования в компьютерных технологиях.

Обратим внимание, что практически все свойства и факторы базируются на использовании долговременной памяти («обработанной, систематизированной и структурированной информации» - образах представления). Поэтому, строго говоря, эти свойства нельзя относить к свойствам образов восприятия. Это – свойства взаимодействия перцептивных образов и образов представления.

7. Целостность образов представления

Представления – это необходимое посредствующее звено, смыкающее первосигнальные психические процессы, организованные в форму образов различных видов, и второсигнальные мыслительные или рече-мыслительные психические процессы, составляющие уже "специально человеческий" уровень психической информации [Веккер, 1998]. Уже рассмотрение такого важнейшего свойства первичных образов, как обобщенность, которая не случайно завершает перечень эмпирических характеристик перцепта и является "сквозным" параметром всех психических процессов, привело к вопросу о необходимой взаимосвязи восприятия и памяти.

Поскольку *обобщенность образа* выражает отнесенность отображаемого в нем объекта к определенному классу, а класс не может быть содержанием актуального, т.е. в данный момент совершающегося, отражения, обязательным посредствующим звеном здесь является включенность *апперцепции*, т.е. образов, сформированных в прошлом опыте и воплощенных в тех извлекаемых из памяти эталонах, с которыми сличается каждый актуальный перцепт [Веккер, 1998]. Такие эталоны и есть *образы представления*, аккумулирующие в себе признаки различных единичных образов. На основе этих признаков строится "*портрет класса объектов*", и тем самым обеспечивается возможность перехода от перцептивно-образного к понятийно-логическому отображению структуры класса предметов, однородных по какой-либо совокупности своих признаков. Заметим, именно на реализации свойства *апперцепции* и *акцептора* Анохина [Анохин, 1980] базируется модель мозга «*память - предсказание*» Д. Хоккинса. Но это было самостоятельное открытие (см. «синюю чашку» в [Хоккинс, 2007]).

Исследование образов представления сталкивается с существенными трудностями как в исходном пункте анализа – при описании их основных эмпирических характеристик, так и на этапе теоретического поиска закономерностей. Л. М. Веккер предложил трехуровневую классификацию характеристик образов представления. Он их называет вторичными образами. Здесь приведен фрагмент этой классификации, который интересен, с нашей точки зрения, для моделирования процессов образного мышления.

1. Особенности пространственно-временной структуры вторичных образов.

1.1. *Пространственная панорамность* заключается в том, что целостное воспроизведение пространственной структуры объекта во вторичном образе не ограничивается объемом перцептивного поля и выходит за его пределы.

Так, пространственный массив, охватываемый единым топографическим представлением, превосходит по угловым размерам объем перцептивного поля, а представление об отдельном объекте может охватывать те компоненты или стороны последнего, которые при непосредственном восприятии находятся за пределами поля зрения.

1.2. В отличие от перцептивного образа, существенной особенностью которого является выделение фигуры из фона, не допускающее, однако, их взаимного отделения, в представлении *фигура может не соотноситься с определенной координатой пространственного фона*, а фон может быть отделен от фигуры ("пустое пространство").

1.3. *Выпадение абсолютных величин* проявляется в двух моментах:

- в не сохранении числа однородных элементов (например, числа колонн в представлении об Исаакиевском или Казанском соборе);
- в нарушении воспроизведения абсолютных размеров отображаемого пространственного массива и в особенности размеров отдельного объекта.

1.4. Преобразование геометрической формы в топологическую схему во вторичном образе имеет *разнообразные проявления*. Оно выражается в схематизации образа и др. свойствах (см. [Веккер, 1998]).

1.5. *Симультанность, или "временная панорамность"*, представлений заключается в том, что компоненты временной и двигательной последовательности имеют тенденцию преобразовываться во вторичном образе в одновременную структуру, в которой эта последовательная динамика очень затуманена или не воспроизводится совсем. По отношению к слуховым музыкальным представлениям, которые воспроизводят не последовательное развертывание, а *одновременноцелостную структуру* музыкального произведения.

1.6. Совершающиеся во вторичном образе сдвиги в воспроизведении длительности установлены в многочисленных исследованиях, данные которых обобщены в закономерность *"чем более заполненным и, значит, расчлененным на маленькие интервалы является отрезок времени, тем более длительным он представляется"*.

2. Особенности модальных характеристик вторичного образа состоят в том, что во вторичном образе цвета происходит перестройка, аналогичная сдвигам восприятия цвета в затрудненных условиях: *образ смещается в сторону основных цветов спектра, а отдельные конкретные оттенки из образа выпадают тем в большей мере, чем более длительным является срок хранения образа*.

Остальные три характеристики образов представления Л. М. Веккер называет производными.

3. Первой из вторичных характеристик представления является *неустойчивость*. Будучи по своей сути (как проявление непостоянства) отрицательным эквивалентом, или выражением дефицита константности, свойственной перцептивному образу, неустойчивость представления, хорошо известная каждому по собственному опыту, заключается в колеблемости и текучести его компонентов.

3. *Фрагментарность представлений*, состоит в том, что "при внимательном анализе или попытке установить все стороны или черты предмета, образ которого дан в представлении, обычно оказывается, что некоторые стороны, черты или части вообще не представлены". Сопоставление с эмпирическими характеристиками образов восприятия, легко увидеть, что если *неустойчивость представления есть аналог неполной константности*, то *фрагментарность представляет собой эквивалент неполной целостности* или выражение ее дефицита в представлении по сравнению с восприятием.

4. *Параметр обобщенности (интегрированности)*, будучи общей характеристикой не только всех видов образов, но и вообще всех психических процессов, имеет во вторичных образах свою отчетливо выраженную специфичность по сравнению с обобщенностью первичных. Если образ восприятия, какова бы ни была степень его генерализованности, всегда является обобщенным изображением того конкретного единичного объекта, который воздействует на анализатор, то вторичный образ, в силу того, что представляемый объект не воздействует на органы чувств, *может быть не только единичным, но и общим*. Это означает, что, воплощая в себе целый ряд ступеней обобщенности образа, на высших из этих ступеней представление освобождается от "прикованности" к единичному объекту и "может быть обобщенным образом не единичного предмета или лица, а целого класса или категории аналогичных предметов" [Веккер, 1998].

Производный характер второй подгруппы характеристик по отношению к первичным эмпирическим характеристикам представления выражается в том, что *неустойчивость, фрагментарность и обобщенность*, как и их перцептивные гомологи – константность, целостность и обобщенность, охватывают все три первичных параметра вторичного образа: пространственно-временную структуру,

модальность и интенсивность. Мы полагаем, что процессы моделирования образного мышления должны включать процедуры выявления неустойчивости и фрагментарности образов представления и обобщенность

8. Целостность образов воображения

С нашей точки зрения целостность образов воображения принципиально отличается от целостности других классов образов. Хорошим примером такой целостности может служить стихотворение. Стихотворение в целом создает поэтический образ, которого не может создать в отдельности ни одно из входящих в него слов. Связи между словами в стихотворении определяются стихотворным размером и правилами грамматики. Контекст стихотворения, поэтический образ, создаваемый им, определяют смысловое содержание входящих в него слов и часто способны совершенно изменить его по сравнению с обычным употреблением. Как раз такого рода целостности имел в виду холизм и, поэтому, совершенно справедливо подчеркивал несводимость целого к его частям. И, если целостность первых классов образов, обусловлена целостностью объектов внешнего мира, то целостность образов этого класса всегда создается сначала в нашей голове. Например, известно, что композиторы или писатели способны видеть или слышать все произведение сразу, а математики - видеть сразу всю структуру доказательства. И только потом писать партитуры, строить доказательства, т.е. декомпозировать эту целостность в алгоритм. Согласно легенде, великий Гаусс говорил: «Решение у меня есть уже давно, но я еще не знаю, как к нему прийти». Известно множество гипотез, которые «ждут превращения» в теоремы. Выигрышный ход в шахматах – это тоже целостность! Видимо, все творчество – это построение целостных структур в воображении. Здесь целесообразно вспомнить о работе [Саймон, 1972].

9. Заключение

Все отмеченные свойства образных представлений чрезвычайно плохо и неадекватно моделируются в символично-логической парадигме - и в логических теориях, и в компьютерных моделях. Эти теории и модели пригодны только для работы с внешними представлениями. Образные, внутренние представления, которые нам интересны и специфика работы, с которыми составляет суть эффективности мозга, видимо, необходимо изучать на моделях нейронного типа.

Основное отличие базы знаний моделирования образного мышления от традиционных приложений интеллектуальных технологий заключается в необходимости поддержки высокой динамичности структур знаний в компьютерной среде. Поэтому к процедурной компоненте модели образных представлений предъявляются особые требования. Смена фокуса внимания, расширение, сужение, перемена контекста интерпретации, поддержка процессов смысловой индукции требуют соответствующей реструктуризации системы образов. Таким образом, известные аппараты нейросетей не подходит для поддержки этих структур. В процессе выполнения операций мышления появляются новые структуры (т.е. новые нейроны и новые отношения).

Общеизвестно, моделирование мышления в вычислительной среде эквивалентно реализации искусственного интеллекта. Данное исследование предпринято для построения концептуальных моделей хранения и использования образных структур в решении проблем. Однако, здесь изложены только некоторые принципы и концепции. В последующих публикациях будет представлен структурно-содержательный анализ образа на уровне доформального исследования. Далее, на основе этих моделей, будут построены формальные структуры, которые являются базой для создания компьютерных технологий моделирования образно-понятийного мышления и рассуждений. При этом, мы согласны с автором [Шамис, 2006] в том, что *«мышление – это не изощренные алгоритмы решения задач, а специфический принцип их реализации в живом мозге»*. Поэтому, речь идет о моделировании процессов образного мышления при решении некоторых проблем и задач.

Литература

- [Анохин, 1980] Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем Москва: Наука, 1980,
- [Баранцев, 2009] Баранцев Р.Г. Комплексирование целостности // Глобализация: синергетический подход. Москва: РАГС, 2002;
- [Белов, 2009] Белов Ю. А., Рабинович З. Л. Память человека и мышление - образное и символическое. Концептуальное модельное представление. // Доклады Академии Наук, Москва: Наука, 2009, том 427, № 6.
- [Брунер, 1997] Брунер Дж. Психология познания. – Москва: Прогресс, 1977.
- [Валькман, 2008] Валькман Ю. Р. Анализ понятия образ: отношения «образы – понятия» // Сб. тр. XI Междунар. конференции «Искусственный интеллект (КИИ-2008)», Россия, Дубна, 2008.
- [Валькман, 2009] Валькман Ю.Р. О моделировании образного мышления: классификация, отношения и структуры образов. // Труды IX-й Междунар. конференции "Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2009", Киев, 2009.
- [Валькман, 2010] Валькман Ю.Р. О структуре образа: доформальное исследование // Труды X-й Международ. конференции "Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2009", Киев, 2010.
- [Веккер, 1998] Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. М.: Изд-во "Смысл", 1998.
- [Вертгеймер, 1987] Вертгеймер М. Продуктивное мышление. – Москва: Прогресс, 1987.
- [Гладун, 1994] Гладун В.П. Процессы формирования новых знаний - София: СД "Педагог 6", - 1994.
- [Лукашевич, 2007] Лукашевич Н.В., Моделирование отношения ЧАСТЬ-ЦЕЛОЕ в лингвистических и онтологических ресурсах. // Информационные технологии. - 2007. - N 12.
- [Марков, 1982] Марков Ю. Г. Функциональный подход в современном научном познании. Новосибирск: Изд-во "Наука", 1982.
- [Петровский, 1998] Петровский А. В., Ярошевский М. Г. Основы теоретической психологии. М.: ИНФРА-М, 1998.
- [Ричардсон, 2006] Ричардсон Дж. Т.Э. Мысленные образы: Когнитивный подход. Москва: Когито – Центр, 2006.
- [Саймон, 1972] Саймон Г. Науки об искусственном. - Москва: Мир, 1972.
- [Хокинс, 2007] Хокинс Д., Блейкли С. Об интеллекте. Москва: Изд. Дом. Вильямс, 2007.
- [Шамис, 2006] Шамис А.Л. Пути моделирования мышления. Активные синергические нейронные сети, мышление и творчество, формальные модели поведения и "распознавания с пониманием". Москва: КомКнига, 2006.
- [Якиманская, 1985] Якиманская И. С. Основные направления исследований образного мышления. // Вопросы психологии, 1985, № 5.

Информация об авторе



Юрий Валькман – Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, 03680 ГСП, г. Киев, проспект акад. Глушкова, 40; e-mail: yur@valkman.kiev.ua

Область научных интересов: Моделирование образного мышления, Методы и средства искусственного интеллекта, Интеллектуальные технологии и системы, Базы знаний, Системной анализ, Технологии управления знаниями.