

**INFORMATION SCIENCE
&
COMPUTING**

International Book Series

Number 12

**Human Aspects
of
Artificial Intelligence**

Supplement to
International Journal "Information Technologies and Knowledge" Volume 3 / 2009

**ITHEA
SOFIA, 2009**

Krassimir Markov, Vitaliy Velychko, Krassimira Ivanova, Iliia Mitov (ed.)

Human Aspects of Artificial Intelligence

International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING", Number 12

Supplement to the International Journal "INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE" Volume 3 / 2009

Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA

Sofia, Bulgaria, 2009

This issue contains a collection of papers that concern the problems of interrelations between humans and information systems. The mathematical and philosophical aspects are discussed. Central part of the issue is concerned to the problems of moder (-e) learning in informatics.

Papers in this issue are selected from the International Conferences of the Joint International Events of Informatics "ITA 2009", Summer Session, Varna, Bulgaria.

International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING", Number 12
Supplement to the International Journal "INFORMATION TECHNOLOGIES & KNOWLEDGE" Volume 3, 2009

Edited by **Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA**, Bulgaria,
in collaboration with

- **V.M.Glushkov Institute of Cybernetics of NAS**, Ukraine,
- **Institute of Mathematics and Informatics, BAS**, Bulgaria,
- **Institute of Information Technologies, BAS**, Bulgaria.

Publisher: Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA, Sofia, 1000, P.O.B. 775, Bulgaria.
Издател: Институт по информационни теории и приложения ФОИ ИТЕА, София, 1000, п.к. 775, България
www.ithea.org, www.foibg.com, e-mail: info@foibg.com

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

Printed in Bulgaria

Copyright © 2009 All rights reserved

- © 2009 Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA - Publisher
- © 2009 Krassimir Markov, Vitaliy Velychko, Krassimira Ivanova, Iliia Mitov – Editors
- © 2009 For all authors in the issue.

ISSN 1313-0455 (printed)

ISSN 1313-048X (online)

ISSN 1313-0501 (CD/DVD)

PREFACE

The scope of the International Book Series "Information Science and Computing" (**IBS ISC**) covers the area of Informatics and Computer Science. It is aimed to support growing collaboration between scientists from all over the world. IBS ISC is official publisher of the works of the members of the ITHEA International Scientific Society.

The official languages of the IBS ISC are English and Russian.

IBS ISC welcomes scientific papers and books connected with any information theory or its application.

IBS ISC rules for preparing the manuscripts are compulsory.

The rules for the papers and books for IBS ISC are given on www.foibg.com/ibsisc .

The camera-ready copies of the papers should be received by ITHEA Submission System <http://ita.ithea.org> .

The camera-ready copies of the books should be received by e-mail: info@foibg.com .

Responsibility for papers and books published in IBS ISC belongs to authors.

This issue contains a collection of papers that concern the problems of interrelations between humans and information systems. The mathematical and philosophical aspects are discussed. Central part of the issue is concerned to the problems of moder (-e) learning in informatics.

Papers are peer reviewed and are selected from the several International Conferences, which were part of the Joint International Events of Informatics "ITA 2009" – summer session, Varna, Bulgaria.

ITA 2009 has been organized by

ITHEA International Scientific Society

in collaboration with:

- Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA
- Dorochnicyn Computing Centre of the Russian Academy of Sciences
- International Journal "Information Theories and Applications"
- International Journal "Information Technologies and Knowledge"
- Association of Developers and Users of Intelligent Systems (Ukraine)
- Association for Development of the Information Society (Bulgaria)
- V.M.Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine
- Institute of Mathematics and Informatics, BAS (Bulgaria)
- Institute of Information Technologies, BAS (Bulgaria)
- Institute of Mathematics of SD RAN (Russia)
- Taras Shevchenko National University of Kiev (Ukraine)
- Universidad Politecnica de Madrid (Spain)
- BenGurion University (Israel)
- Rzeszow University of Technology (Poland)
- University of Calgary (Canada)
- University of Hasselt (Belgium)
- Kharkiv National University of Radio Electronics (Ukraine)
- Astrakhan State Technical University (Russia)
- Varna Free University "Chernorizets Hrabar" (Bulgaria)
- National Laboratory of Computer Virology, BAS (Bulgaria)
- Uzhgorod National University (Ukraine)

The main ITA 2009 events were:

KDS	XVth International Conference "Knowledge - Dialogue – Solution"
i.Tech	Seventh International Conference "Information Research and Applications"
MeL	Fourth International Conference "Modern (e-) Learning"
INFOS	Second International Conference "Intelligent Information and Engineering Systems"
CFDM	International Conference "Classification, Forecasting, Data Mining"
GIT	Seventh International Workshop on General Information Theory
ISSI	Third International Summer School on Informatics

More information about ITA 2009 International Conferences is given at the www.ithea.org .

The great success of ITHEA International Journals, International Book Series and International Conferences belongs to the whole of the ITHEA International Scientific Society.

We express our thanks to all authors, editors and collaborators who had developed and supported the International Book Series "Information Science and Computing".

General Sponsor of IBS ISC is the **Consortium FOI Bulgaria** (www.foibg.com).

Sofia, June 2009

Kr. Markov, V.Velychko, Kr. Ivanova, I. Mitov

TABLE OF CONTENTS

<i>Preface</i>	3
<i>Table of Contents</i>	5
<i>Index of Authors</i>	7

AI & Mathematics and Philosophy

Неопределённость и математические структуры в прикладных исследованиях <i>Владимир Донченко</i>	9
Некоторые компоненты структурной модели формирующейся ноосферной парадигмы <i>Анатолий Крисилов</i>	19

AI & Human Resources

Концепция разработки диагностических компьютерных тренажеров на основе знаний <i>Валерия Грибова, Григорий Осипенков, Сергей Сова</i>	27
Разработка подсистемы мониторинга и определения ненадежностей интеллектуальной системы управления <i>Илья Васильев, Елена Антонова</i>	34
Подсистема определения методов мотивации в интеллектуальной системе управления <i>Юлия Гуракова, Елена Антонова</i>	41
О компьютерной методике изучения целостности системы базовых понятий, сформировавшейся у студентов в результате освоения курса <i>Евгений Еремин</i>	47
Технология оценивания тестов в зависимости от типа и уровня сложности тестовых заданий на основе интегрированной модели <i>Михаил Бондаренко, Валерий Семенец, Наталия Белоус, Виктор Борисенко, Ирина Куцевич, Ирина Белоус, Олеся Мележик</i>	55
Game-based Approach in IT Education <i>Olga Shabalina, Pavel Vorobkalov, Alexander Kataev, Alexey Tarasenko</i>	63
Проблемы формирования профессиональных компетенций СІО и СКО <i>Екатерина Дементьева, Татьяна Гаврилова</i>	71
Мультиагентный интерфейс для доступа к онтологической системе в архитектуре интеграции информационных систем <i>Анна Воскобойникова</i>	79

Humans & AI

Базовая алгоритмическая оболочка бортовых оперативно советующих экспертных систем типовых ситуаций функционирования антропоцентрического объекта <i>Борис Федунев</i>	85
Analysis of Human Commonsense Reasoning Processes in Pattern Recognition <i>Xenia Naidenova</i>	94
Consciousness: Magic, Psychology and Physics <i>Vitaliy Lozovskiy</i>	106

INDEX OF AUTHORS

Alexander	Kataev	63
Vitaliy	Lozovskiy	106
Xenia	Naidenova	94
Olga	Shabalina	63
Alexey	Tarasenko	63
Pavel	Vorobkalov	63
Елена	Антонова	34, 41
Ирина	Белоус	55
Наталья	Белоус	55
Михаил	Бондаренко	55
Виктор	Борисенко	55
Илья	Васильев	34
Анна	Воскобойникова	79
Татьяна	Гаврилова	71
Валерия	Грибова	27
Юлия	Гуракова	41
Екатерина	Дементьева	71
Владимир	Донченко	9
Евгений	Еремин	47
Анатолий	Крисилов	19
Ирина	Куцевич	55
Олеся	Мележик	55
Григорий	Осипенков	27
Валерий	Семенец	55
Сергей	Сова	27
Борис	Федунов	85

AI & Mathematics and Philosophy

НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ В ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Владимир Донченко

Аннотация: Рассмотрена важная в математическом моделировании проблема происхождения неопределённости и математические средства её моделирования в связи с общими представлениями о том, что следует понимать под математическими структурами в широком смысле. Приведены примеры современных подходов к пониманию неопределённости и способов её описания. Предложена модель неопределённости, связывающая неопределённость с экспериментом. Приведён обзор математических методов используемых для моделирования в условиях неопределённости, определено место нечёткости в моделировании неопределённости.

Ключевые слова: Структурность, неопределённость, обратные задачи, нечёткие множества, случайность, преобразование Хока, псевдообращение по Муру – Пенроузу.

ACM Classification Keywords: G.3 Probability and statistics, G.1.6. Numerical analysis: Optimization; G.2.m. Discrete mathematics: miscellaneous.

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Вступление

Задача математического описания объекта в условиях неопределённости: его математического моделирования в соответствующих условиях, является важнейшей прикладной задачей. Классические математические методы, используемые для описания неопределённости, в частности, обратные задачи (решение уравнений) и вероятностно-статистические методы (неопределённость в виде случайности), имеют многовековую историю. Тем не менее, объём и важность прикладных исследований, связанных с описанием поведения объектов в условиях неопределённости приводит в 60-х годах XX века к созданию и введению в практику прикладных математических исследований сразу нескольких математических средств описания и учёта неопределённости. Этими методами, теориями и средствами были: теория оценок с гарантированной точностью (теория минимаксного оценивания), теория нечётких по Л.Заде подмножеств (Fuzzy - теория) [Zadeh, 1965], инженерный метод в виде преобразования Хока (Hough Transform)[Hough, 1962]. Отметим также качественный сдвиг в практике рассмотрения обратных задач: введение в середине 50-х годов прошлого века в практику математического моделирования теории псевдообращения по Муру – Пенроузу (см., например, [Алберт, 1977]). Справедливости ради, следует отметить, что псевдообращение (в оригинале *reciprocal*) было введено в 1920 г. Муром в его работе [Moore, 1920], а Пенроузом – только в 1955 г. [Penrose, 1955]. Отметим также, что преобразование Хока (ПХ) первоначально имело характер инженерного метода. Математическую теорию преобразования можно найти, например в [Donchenko, 2003].

Наличие разнотипных математических подходов к учёту неопределённости: математических методов моделирования в условиях неопределённости, их интенсивное и плодотворное применение в решении

прикладных задач, не отменяет необходимости осмысления того, что же представляет неопределённость. Среди сравнительно недавних монографий, посвящённых неопределённости отметим работу Линдли [Lindley, 2006], в которой, собственно, неопределённость, в общем, предлагается понимать в рамках статистического (теоретико-вероятностного) подхода.

Применение математических методов в описании реальных объектов: их математическом моделировании, иногда вселяет надежды и ожидания, порождённые неоправданной верой прикладных исследователей во всемогущество математики и в применение математических методов. Впрочем, эти заблуждения касаются не только математики. Применение математических методов связано, собственно, с использованием математических средств в описании того, что для специалиста в соответствующей области является «структурой объекта». В частности, естественным в устах исследователей являются выражение «структура объекта», «хорошо структурированный объект» и т.д. В то же время, естественными и часто употребляемыми в математической практике являются термины, связывающие понятие «структуры» (в широком смысле, а не по Вейлю) с тем или иным математическим объектом: говорят, что объект имеет «структуру метрического пространства», «структуру линейного пространства» и т.д. Очевидным образом, употребление термина «структура» в связи с моделируемым объектом и в рамках рассмотрения математических конструкций не идентично. Собственно, математическое моделирование представляет собой описание «структуры объекта» с помощью или в рамках тех или иных «математических структур». В частности, к примеру, в физике, в задачах динамики движения тела или тел, задачах описания электромагнитных явлений для описания исследуемого объекта используются переменные, функции, производные, интегралы. Для их использования необходимы соответствующие конструкции: математические структуры, которые обеспечивают корректность манипуляций с соответствующими математическими объектами.

В связи с задачей математического моделирования принципиальными являются два момента, один из которых, связанный с употреблением термина «структура» в широком смысле, уже отмечен выше: разница в употреблении термина «структура» в связи с моделируемым объектом и в связи с математическими конструкциями. Вторым принципиальным моментом, который следует принять во внимание, является наличие того, что часто передаётся выражениями: «неопределённость в поведении» исследуемого объекта, «моделирование в условиях неопределённости». Наличие «неопределённости» является существенной чертой важнейших прикладных задач. Как отмечено выше, до середины XX ст. классическими математическими средствами описания неопределённости были теория вероятностей и математическая статистика (ТВиМС) (неопределённость в виде случайности), и обратные задачи (решение уравнений). Вторая половина XX столетия, как отмечено выше, добавила к арсеналу математического моделирования в условиях неопределённости сразу несколько методов. Как представляется, в настоящее время этот математический арсенал включает в себя следующие методы: 1) детерминированный, включая обратные задачи и задачи с проблемой скрытых параметров; 2) статистический; 3) метод получения оценок с гарантированной точностью; 4) метод нечётких множеств; 5) метод преобразования Хока. Все они естественным образом вкладываются в «множественную модель» неопределённости обоснованную и описанную ниже.

Предлагаемая работа посвящена обсуждению двух, как представляются автору, принципиальных концепций: «математической структуры» и «неопределённости». Ниже приведены основные «математические структуры», а также изложена концепция «множественных моделей неопределённости», связывающая представление о неопределённости в поведении исследуемого объекта с экспериментом. Платформа «множественных моделей неопределённости» позволяет с единых позиций рассматривать математические методы описания неопределённости, к которым отнесены отмеченные выше методы.

«Структура объекта» как «связь» и «взаимная зависимость» основных частей объекта

Термин «структура объекта» связано с представлением об объекте, как о чём-то целом, состоящим из связанных между собою частей. В таком контексте, термин «структура» является эквивалентом термина

«связи» между частями объекта, рассматриваемого как единое целое. Такие связи могут реализовывать представление о последовательных этапах обработки информации, о структурных подразделениях предприятия и их взаимодействии об эволюции во времени или перемещении в пространстве т.д. И термин «структура» и термин «связь» используется интуитивно. В лучшем случае могут быть описаны типы связей: основные элементы и способ их взаимодействия, структурные элементы, последовательность обработки, информационные связи и т.д. Важным оказывается то, что математическое описание объекта, точнее того, что называют «структурой» объекта, выступает как средство описания «связей», существующих между структурными элементами исследуемого объекта.

«Структуры» в математике как множества плюс «связи» между элементами

После Георга Кантора: все объекты математического исследования – это конструкции, рассматриваемые в рамках «математических структур». «Математическая структура» реализует представление о математическом объекте как о совокупности элементов (множестве), между которыми существуют определённые «связи». Эти «связи» и описывают то, что называют «математической структурой». Собственно «математическая структура» – это множество плюс «связи». Однако, в отличие от предметной области, в математике под «связями» понимают вполне конкретные математические объекты. Такими математическими средствами описания «связей»: математическими средствами «структурирования», являются, собственно, следующие: 1) отношения; 2) функции; 3) операции; 4) предельный переход; 5) измеримое пространства; 6) комбинации первых пяти.

Средства «математического структурирования», «связи»: отношения

Понятие отношения, в общем, и отношения на множестве в частности относится к базовым математическим понятиям. Примером бинарного отношения на множестве действительных чисел является отношение частичного порядка, задаваемого стандартным образом. Говоря об отношении частичного порядка в связи с абстрактным множеством, имеют в виду бинарное отношение, являющееся симметричным, транзитивным и антисимметричным. Другим важными примером бинарных отношений, являются эквивалентности: рефлексивные, симметричные и транзитивные отношения на множестве. Заметим, что равенство как совпадение элементов множества, является эквивалентностью, называемой диагональным отношением. Равенство двух рациональных чисел является эквивалентностью, а не совпадением. Эквивалентностью является также одинаковость множеств по мощности.

Средства «математического структурирования», «связи»: функции

Функции являются частным случаем бинарных отношений из одного множества в другое. Среди множества возможных примеров, отметим такие функции, как «расстояние», «норма» и «скалярное произведение». Важным примером функций являются также операции.

Отметим также важный класс функций, имеющий принципиальное значение: это функции множества. Примерами таких функций являются «длина», «площадь», «объём». Собственно, функции множества – это функции, аргументами которых являются наборы элементов (подмножества) фиксированного множества. Таким подмножествами для «длины» являются, в частности, отрезки числовой прямой, а для «объёма» – тела в пространстве. Важным классом функций множества, представленным «длиной», «площадью», «объёмом», являются меры: неотрицательные, счётно аддитивные, нормированные функции множества. Счётная аддитивность означает, что функция суммирует свои значения на счётном объединении множеств, попарно не имеющих общих элементов, а нормированность – в частности, нулевое значение на пустом множестве.

Средства «математического структурирования», «связи»: операции

Говоря об операциях в математике, имеют в виду преобразование (функция) одного или нескольких элементов множества, результатом которого является элемент того же множества. Классическими примерами операций являются операции сложения или умножения над числами. Операция по компонентного сложения упорядоченных числовых наборов фиксированной длины (числовых кортежей) является ещё одним примером бинарной операции. Операция покомпонентного умножения упомянутых числовых кортежей на скаляр является примером унарной (одноместной) операции. Удобно считать, что выделение одного, «уникального по свойствам» элемента множества, является нулевой (без объекта преобразования) операцией. Выделение нуля как действительного числа или выделение кортежа с нулевыми компонентами (то же относится к матрицам) являются примерами таких нулевых операций.

Средства «математического структурирования», «связи»: предельный переход

Возможность предельного перехода воплощает в себе тот тип связей элементов множества, который обозначается термином «топология» в его современном понимании. Множество с возможностями «предельного перехода» называют топологическим пространством. Наличие предельных точек является эквивалентным наличию совокупности тех подмножеств, которые рассматриваются как окрестности. Последнее в свою очередь эквивалентно заданию совокупности тех множеств, которые рассматриваются как «открытые» или, эквивалентным образом – как «замкнутые». Таким образом, абстрактное топологическое пространство (множество, для точек которого определена возможность предельного перехода) – это множество с набором выделенных подмножеств. Совокупность выделенных подмножеств, естественно, должна удовлетворять набору требований, которые отражают «существенные» свойства соответствующих типов подмножеств. Топология для абстрактных множеств охватывается теорией, которая называется «общей топологией». Замети также, что под топологией в первой половине XX столетия понимались изучение свойств объектов в трёхмерном пространстве при непрерывных деформациях.

Средства «математического структурирования», «связи»: измеримые пространства

Измеримые пространства представляют собой объекты, описывающие область определения функций множеств, являющихся мерами. Принимая во внимание аддитивность мер, естественным является включение в область определения вместе с теми попарно непересекающимися множествами, которые уже там находятся, и их объединений (точнее – объединений в счётном числе). Аналогичные соображения касаются и дополнения, а, значит и пересечения в счётном числе. Эти соображения приводят к тому, что в качестве области определения меры целесообразно рассматривать совокупность подмножеств, замкнутых относительно операций счётного объединения и пересечения, а также – относительно дополнения. Такие непустые совокупности подмножеств называются σ - алгебрами, поэтому измеримое пространство – это множество с выделенной σ - алгеброй подмножеств.

Замечание 1. Топология и измеримое пространство задаются одним и тем же способом: задание набора подмножеств. Эти наборы подмножеств имеют разные свойства, но используются для задания-описания математической структуры.

Структура полугруппы, структура группы

Говорят, что на множестве задана структура полугруппы, если на множестве задана бинарная операция, являющаяся ассоциативной и задан «нейтральный» (его обозначают через «0» или «1» в зависимости от обозначения самой бинарной операции: «+» или «*») элемент: элемент, не изменяющийся при применении второго операнда бинарной операции. В некоторых определениях наличие «нейтрального» элемента исключается. Полугруппа (с нейтральным элементом) называется группой, если для каждого элемента существует противоположный (обратный): элемент, использование которого в бинарной операции в паре

с исходным даёт выделенный элемент. Если операция коммутативна, группу называют афинной. Классическим примером афинной группы являются все числовые кортежи фиксированной длины с бинарной операцией покомпонентного сложения, обозначаемой «+». Выделенным элементом является набор из нулей, противоположным – набор с противоположными знаками компонент.

Заметим, что понятие абстрактной группы в смысле, определённом выше, было введено только в 1882 году, несмотря на то, что группы подстановок использовались Э. Галуа более чем за сто лет до этого.

Структура метрического пространства

Говоря о том, что на множестве задана структура метрического пространства, имеют в виду, что на нём определена скалярная функция двух аргументов, удовлетворяющая определенным условиям (неотрицательности, симметричности, невырожденности, неравенству треугольника). Метрическая структура порождает топологическую: по расстоянию можно определить предельный переход. Поэтому метрические пространства автоматически являются топологическими.

Математические структуры – комбинации

Классическими математическими структурами, задаваемыми комбинацией четырёх основных (топологии и измеримые пространства задаются одинаково) являются структуры линейного, евклидова, гильбертова, нормированного пространств. Задание структуры линейного пространства означает задание бинарной операции, задающей структуру афинной группы, и – множества одноместных операций: умножений на каждый из возможных скаляров. Операции должны быть согласованы между собой. Все элементы множества со структурой линейного пространства (все элементы линейного пространства) называют векторами. Если на линейном пространстве дополнительно задана скалярная функция двух аргументов, которая является симметричной, билинейной и невырожденной (нулевое значение на одинаковых аргументах принимается только на нулевом элементе), то говорят, что оно имеет или структуру евклидова (конечная размерность линейного пространства) или гильбертова (бесконечная размерность).

Обычно в связи со скалярным произведением рассматривают порождённую им норму и расстояние, порождённое нормой. Таким образом, евклидово пространство автоматически имеет и структуру метрического и структуру нормированного пространства, а, следовательно, имеет топологию.

Важным вариантом «комбинированных» структур являются алгебры и модели, введённые А.И.Мальцевым [Мальцев, 1970]. Алгебра определяется как множество с тем или иным набором операций, а модель – как множество с фиксированным набором операций и отношений.

Неопределенность в виде случайности – теория вероятностей

Концепция множественных моделей неопределённости развивает подход к пониманию неопределенности, реализованный в таком классическом методе учёта неопределенности, как ТВИМС. Напомним, что в ТВИМС как прикладной дисциплине речь идёт об описании явлений, в которых результат наблюдения неоднозначно связан с условиями. Причём так, что в серии наблюдений частоты результатов проявляют тенденцию к группированию - сходимости к некоторым предельным значениям, не зависящим от серии. Эти предельные значения и называются вероятностями. В этом несложно убедиться, обратившись к работам таких уважаемых в своей области авторов (приведён далеко не полный список), как А.Н. Колмогоров, Б.В. Гнеденко, А.В. Скороход, И.И. Гихман & А.В. Скороход & М.И. Ядренко, М. Лоев, де Гроот, Г. Крамер, А.Н. Ширяев, В.С. Королюк & Н.И. Портенко & А.Ф. Турбин, Ю.В. Прохоров & Ю.А. Розанов, И.Н. Коваленко & А.А. Филиппова, А.А. Боровков, Б.А. Севастьянов. Упомянутое выше априорное предположение о наличии предельных значений относительных частот, которое называют законом стойкости частот, является интерпретационным ограничением на использование ТВИМС. Если предположить, что явление не удовлетворяет такому ограничению, его нельзя изучать методами ТВИМС,

то есть через предельные значения относительных частот появления результатов. Их просто не существует или они изменяются от серии наблюдений к серии.

Подводя итог, тому, что понимают под случайностью (неопределённостью в виде случайности) в ТВиМС отметим что она (случайность), связывается с экспериментом и что упомянутые выше авторы в соответствующих источниках специально подчеркивают и выделяют следующие важные отличительные черты того, что в ТВиМС понимают под экспериментом.

1. Наличие фиксированного комплекса условий, при котором наблюдается исследуемое явление. Указанный комплекс условий может воспроизводиться активно или пассивно.
2. Возможность многократного воспроизведения комплекса условий (массовость).
3. Возможность описания всех возможных результатов: того, что может появиться при воспроизведении фиксированного комплекса условий.
4. Случайность связывается с изменчивостью результатов от эксперимента к эксперименту: с непредсказуемостью результатов в каждом отдельном эксперименте, а также с выполнением предположения, которое выше названо законом стойкости частот.

Дальнейшее продвижение в понимании того, где искать истоки «неопределённости» – и не только в виде случайности – предполагает анализ принципиального для ТВиМС понятия эксперимента.

Наблюдение (эксперимент, опыт, наблюдение, испытание) – общенаучный контент

Анализ понятия «эксперимент» (опыт, наблюдение, испытание) в естественных науках и философии позволяет сделать вывод, что, в целом, оно совпадает с его толкованием в рамках ТВиМС. И в этом, общенаучном случае, принципиальными составляющими «эксперимента» являются:

- воссоздание условий наблюдения для явления, которое исследуется;
- фиксация результатов эксперимента: того, что появляется в результате воспроизведения условий эксперимента.

Воспроизведение условий может носить активный или пассивный характер. В первом случае говорят об «эксперименте», для характеристики второго – употребляют термин «наблюдении». Хотя – подчеркнём ещё раз – оба термина могут употребляться как эквивалентные.

«Множественные моделей неопределённости» - «эксперимент»

Определение 1. Экспериментом (опытом, наблюдением, испытанием) будем называть пару $s = (\kappa, y)$, которая понимается как воспроизведение условий наблюдения $\kappa \in K$ с целью фиксации результата $y : y \in Y_\kappa$

Отметим, что $Y_\kappa, \kappa \in K$ обозначает, вообще говоря, множество всех тех результатов, которые могут появиться при воспроизведении условий $\kappa \in K$, поскольку фиксация комплекса условий, вообще говоря, не гарантирует однозначного результата эксперимента.

Определение 2. Регистрацией результата эксперимента будем назвать фиксацию того, что определяет две составляющие проведённого эксперимента: условия κ и результат y – т.е. пару $s = (\kappa, y)$ «условие-результат». Соответственно, под регистрацией серии из N экспериментов (выборкой) будет пониматься последовательность пар

$$s_1, \dots, s_N = (\kappa_1, y_1), \dots, (\kappa_N, y_N). \quad (1)$$

Составляющие наблюдения: «расщепление» условий эксперимента

Необходимость учёта в одной серии экспериментов с разными условиями привела к структуризации условий κ : разбиению условий на две части. Одна из этих частей представляет собой часть, вообще говоря, меняющуюся от эксперимента к эксперименту в серии, вторая – представляет собой одинаковую для всей наблюдений серии, неизменяемую в серии часть условий. Такая структуризация обеспечивает контролируемое изменение условий наблюдения от одного эксперимента серии к другому. Это означает, что любой из возможных комплексов $\kappa \in K$ условий проведения эксперимента представляется парой $\kappa = (x, f)$, в которой $x \in X$ обозначает вариативную, изменяемую от эксперимента к эксперименту часть, а f – первоначально, неизменяемую, одинаковую для всех наблюдений серии часть комплексов условий наблюдения. Однако в последующем появились схемы проведения измерений в серии экспериментов, когда одновременно от эксперимента к эксперименту менялись обе части: и вариативная часть x , которая по определению описывала вариативную часть условий и часть f .

Определение 3. Экспериментом с управляемыми условиями (УпруЭкс) будем называть такой, в котором условия представляются в виде $\kappa = (x, f)$, $x \in X, f \in \mathfrak{F}$, $K = X \times \mathfrak{F}$, x будем называть вариативной частью условий, f - функцией отклика, κ - полными условиями эксперимента.

Замечание 2. Однозначность в рамках УпруЭкс: одноэлементность каждого из $Y_{\kappa} = Y_{(x,f)}, \kappa \in K$, называют моделью «вход-выход» системы с очевидным делением на то, что называют входом, выходом и функцией отклика системы, поскольку в этом случае очевидна функциональная зависимость результата от вариативной части условий: $y = f(x)$.

Регистрация наблюдений: определение 2 и научная практика

Следует отметить, в экспериментальной практике «регистрации результатов экспериментов», может пониматься в одном из следующих вариантов, включая и вариант определения 2;

$$\left\{ \begin{array}{l} y_1, \dots, y_N \\ (x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N) \\ (\kappa_1, y_1), \dots, (\kappa_N, y_N) \end{array} \right. \quad (2)$$

Каждый из указанных вариантов может быть эквивалентен определению «регистрации эксперимента» в смысле определения 2. Так, фиксация y_1, \dots, y_N эквивалентна фиксации s_1, \dots, s_N , если условия всех экспериментов одинаковы: $\kappa_i \equiv \kappa, i = \overline{1, N}$. Фиксация $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ и s_1, \dots, s_N эквивалентны, если части $f_i, i = \overline{1, N}$ условий $\kappa_i = (x_i, f_i), i = \overline{1, N}$ одинаковы для всех экспериментов: $f_i \equiv f, i = \overline{1, N}$, как это имеет место в классических схемах измерений.

Множественные модели неопределённости (МнМоН)

Определение 4. В рамках введённых выше понятий множественными моделями неопределённости для исследуемого явления будем называть такое описание неопределённости, которое базируется на множественности значений Y, Y_x, Y_{κ} : того, что появляется или может появиться в результате серии экспериментов при понимании «регистрации эксперимента» соответственно вариантам из (2). В зависимости от того, как понимается регистрация эксперимента, множества Y, Y_x, Y_{κ} определяются соответственно как

$$Y = \bigcup_{i=1}^N \{y_i\} \quad Y_x = \bigcup_{i: x_i=x} \{y_i\}, x \in \bigcup_{i=1}^N \{x_i\}, \quad Y_{\kappa} = \bigcup_{i: \kappa_i=\kappa} \{y_i\}, \kappa \in \bigcup_{i=1}^N \{\kappa_i\} \quad (3)$$

Собственно, (3) фиксирует множественность значений того, что может появиться при фиксированном комплексе условий: с его фиксацией или без.

МнМоН: неопределённость в детерминированных наблюдениях

Детерминированность наблюдения является эквивалентной отсутствию неопределённости и отвечает однозначной связи «полные условия – результат», то есть одноэлементности $Y_K, \forall K \in K$:

$$K \rightarrow y_K, Y_K = \{ y_K \}, K \in K \quad (4)$$

Заметим, однако, что, если в серии экспериментов условия изменчивы, а регистрация проводится в виде y_1, \dots, y_N вместо $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ или $(K_1, y_1), \dots, (K_N, y_N)$, то возникает множественность (не одноэлементность) Y , которая, собственно, и является неопределённостью. Такая неопределённость в детерминированном эксперименте связана с проблемой скрытых параметров: дополнительных условий, которые нужно учитывать при регистрации эксперимента, чтобы явление стало детерминированным.

МнМоН: случайность

Случайность в исследуемом явлении с одной стороны характеризуется тем, что связь возможных результатов с полными условиями эксперимента в (3) неоднозначна: для каждого из фиксированных условий в разных экспериментах могут появляться разные результаты: $Y_K \neq$ "одноэлементное множество", $K \in K$. Кроме того, как упоминалось выше, для неопределённости в виде случайности должен выполняться закон устойчивости частот.

В работе [Lindley, 2006] условия наблюдения предлагается связать с субъектом: с информацией, которой он обладает, а далее применять статистический подход. На этом пути предлагается определять неопределённость вообще.

МнМоН: гарантированные оценки (минимакс)

Этот подход связан с дальнейшей априорной структуризацией вариативной или функциональной части условий в рамках детерминированного описания явления: $x = (x^{(1)}, x_V^{(2)})$ или $f = (f^{(1)}, f^{(2)})$ и предположением о том, что в эксперименте фиксируется только одна из частей, например $x^{(1)}$ или $f^{(1)}$ (наблюдаемая компонента), а про вторую – известно, что она принадлежит множеству $E_{x^{(1)}}$ или $E_{f^{(1)}}$ соответственно, которое определяется наблюдаемой компонентой.

МнМоН: интервальный подход

В модель наблюдений со структурированной вариативной частью очевидным образом вкладывается интервальная модель неопределённости. Действительно, достаточно предположить, что в обозначениях предыдущего пункта $y = f(x^{(1)}) + x^{(2)}, x^{(2)} \in (-\Delta_{x^{(1)}}, \Delta_{x^{(1)}}) = E_{x^{(1)}}$.

МнМоН: нечёткие множества

Место нечёткости [Zadeh, 1965] во множественных моделях неопределённости может быть определено в рамках статистической интерпретации нечетких множеств [Donchenko, 1998, a) b)]. Собственно, речь идёт о представлении функции принадлежности из классического определения нечёткости системой условных вероятностей одного и того же события по полной группе событий. В случае дискретного носителя это, собственно и является строгой формулировкой результата, а для континуального носителя формулировка результата, которая использует условное распределение, приведена ниже.

Теорема [Donchenko, 1998 a),b)]. Пусть для нечёткого множества, задаваемого парой (E, μ) , E - пространство с мерой, а μ - измерима относительно естественных σ - алгебр функция. Тогда можно построить вероятностное пространство (Ω, B_Ω, P) , событие $A \in B_\Omega$, полную группу событий $H_e = \{\eta = e\}, e \in E$, $\eta - E$ - значная случайная величина, так, что $\mu(e) = P(A/H_e), e \in E$.

Заметим, что в работе [Donchenko, 2005] предложена и обоснована модификация классического определения нечёткости через введение в определение функции принадлежности объекта нечёткости, что даёт возможность корректно ставить и разрешать вопрос о наблюдении нечёткого множества

МнМоН: обратные задачи

Важным классом неопределённостей в детерминированных задачах являются обратные задачи, т.е. задачи в которых необходимо определить множество возможных вариативных частей условий (входов), которые обеспечивают заданное значение результата наблюдения (выхода). Математически обратные задачи – это задачи решения подходящих уравнений. Псевдообращение по Муру – Пенроузу позволяет в явном виде аналитически исчерпывающе исследовать обратную задачу в линейном случае: для системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) $Ax = y, x \in R^n, y \in R^m$. Напомним, что псевдообращение по Муру – Пенроузу обозначается A^+ и применимо ко всем матрицам A произвольной размерности, при этом результат имеет размерность $n \times m$.

Теорема. Для того, чтобы СЛАУ имела непустое множество решений Ω_y , необходимо и достаточно, чтобы $y^T (E_m - AA^+)y = 0$.

В этом случае множество решений представляется в виде

$$\Omega_y = A^+y + (E_n - A^+A)R^n = \{x \in R^n : x = A^+y + (E_n - A^+A)z, z \in R^n\}$$

Отметим важную роль псевдообращения по Муру - Пенроузу, а также результатов [Кириченко, 1997] относительно теории возмущения псевдообращения для решения задач кластеризации и распознавания образов (см., например, [Кириченко, Донченко, 2007]).

МнМоН: преобразование Хока

Специальным случаем неопределённости является преобразование Хока [Hough, 1962]. Этот вид неопределённости порождён множественностью возможных вариантов функций отклика в наблюдениях: $\kappa_i = (x_i, f_i), i = \overline{1, N}$. Простейшей моделью наблюдений такого рода может служить бинаризованное изображение, на котором представлено несколько прямых. Выборка представляет собой координаты точек изображения с единичным значением яркости. Детальнее с ПХ и его математической формализацией можно познакомиться в [Donchenko, 2003].

Закключение

В работе проанализированы математические средства структурирования (описания связей между элементами) множеств. Отмечено, что именно в рамках математических структур производится моделирование реального объекта как предметно структурированного целого. Отмечено, что все математические структуры относятся, или к четырём основным типам, или являются их комбинацией. В работе также предложена и детально проанализирована концепция неопределённости, позволяющая с единых позиций рассмотреть все разнотипные математические средства, используемые для моделирования в условиях неопределённости. Для нечёткого подхода приведены результаты, позволяющие рассматривать этот подхода в рамках изложенной в работе единой концепции множественных моделей неопределённости.

Благодарности

Настоящая работа выполнена при поддержке интернационального проекта **ITHEA XXI** Института информационных теорий и их приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.ithea.org, www.foibg.com).

Литература

- [Moore,1920] Moore E.H. On the reciprocal of the general algebraic matrix // Bulletin of the American Mathematical Society. – 26, 1920. – P.394-395 .
- [Penrose, 1955] Penrose R. A generalized inverse for matrices // Proceedings of the Cambridge Philosophical Society 51, 1955. – P.406-413.
- [Алберт, 1977] Алберт А. Регрессия, псевдоинверсия, рекуррентное оценивание. – М.: Наука. – 1977.– 305 с.
- [Donchenko, 2003] Donchenko V.S. Hough Transform and Uncertainty// Proceedings X International Conference “ Knowledge – Dialog – Solution”. – June 16-23, 2003. – Varna (Bulgaria). – P.391-395.
- [Donchenko, 2005] Donchenko V. Fuzzy sets: Abstraction axiom, Statistical Interpretation? Observations of Fuzzy Sets. //International Journal “Information Theories and Applications”. – V.13, №3.– 2005.–p.233-239
- [Донченко,1968,a)] Донченко В.С. Умовні розподіли та нечіткі множини // Вісник Київського університету. – 1998.–Вип. №3 – С. 175-179.
- [Донченко,1968,b)] Донченко В.С. Імовірність та нечіткі множини // Вісник Київського університету. Серія фізико-математичні науки. – 1998. – Вип. №4. – С. 141-144
- [Hough, 1962] Hough P.V.C. Method and Means for Recognizing Complex Patterns. - U.S. Patent 3069354. – December 1962.
- [Lindley ,2006] Lindley D.V. Uncertainty. – John Wiley & Sons. – 2006. – 250 p.
- [Кириченко, 1997] Кириченко Н.Ф. Аналитическое представление псевдообратных матриц //Киб. и СА.- №2. –1997.– С.98-122.
- [Кириченко, Донченко, 2007] Кириченко Н.Ф., Донченко. В.С. Псевдообращение в задачах кластеризации// Киб. и СА.- №4, 2007– С.98-122.
- [Мальцев,1970] Мальцев А.И. Алгебраические системы. – М.: Наука.–1970. – 392 с.
- [Zadeh, 1965] Zadeh, Lotfi. Fuzzy Sets// Information and Control. – June, 1965. – 8(3).–P. 338-353.

Информация об авторе

Владимир С. Донченко – Профессор; Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, факультет кибернетики, Украина, e-mail: voldon@unicyb.kiev.ua

НЕКОТОРЫЕ КОМПОНЕНТЫ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРУЮЩЕЙСЯ НООСФЕРНОЙ ПАРАДИГМЫ

Анатолий Крисилов

Аннотация: В работе рассмотрены информационные и методологические аспекты формирующейся в настоящее время парадигмы ноосферного развития. Описаны основные черты этой парадигмы и динамика смены видов жизнеобеспечивающей деятельности, включая оценку недавних изменений. Сформулированы некоторые задачи по превращению ноосферной парадигмы в научную теорию.

Ключевые слова: ноосферная парадигма, цели (верхний уровень) и альтернативы/бифуркации развития, конкуренция – кооперация, когнитивные задачи.

ACM Classification Keywords: H. Information Systems – H.1 Models and Principles – H.1.1 – Systems and Information Theory – General Systems Theory, I.1.4 Development Simulation.

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

– Мать, твои боги либо спят, либо ушли на охоту.

А нож – у твоего горла. Соберись, опомнись!

Бернард Шоу, «Цезарь и Клеопатра»

1. Вводные замечания и постановка задачи

Настоящая работа идеологически представляет собой определенное продолжение материалов, представленных автором на ряде предыдущих конференций KDS: это были эффективные решающие правила, которые умеют работать с независимыми и зависимыми признаками; это были компактные векторные модели, которые позволяют построить агрегированное, обобщенное представление об объекте или получить его квалиметрическую оценку (измерить его качество); это были методологические соображения о структуре и приложениях системного анализа в задачах распознавания и принятия решений, в социально-экологических и управленческих задачах, наконец, методологические вопросы моделирования процесса развития как такового. В настоящей работе предпринята попытка рассмотреть некоторые методологические (исследовательские и постановочные) аспекты, важные, по мнению автора, для решения серьезной и актуальной задачи: **формирования целостной ноосферной парадигмы**. Следует думать, что целый ряд работ различных авторов, представленных и обсуждавшихся на конференциях KDS за истекшие 15 лет, посвященных моделированию в целом и моделированию мышления, теории управления и теории информации, классификации, формализации и анализу слабо структурируемых объектов, – эти работы позволяют предложить рассмотрение задачи, вынесенной в заголовок. Это тем более оправданно, что и в научной литературе, и в социальном сознании, и в реальной жизни накопилось достаточно материалов, говорящих об актуальности такой постановки.

Несомненно, при решении задачи (задач) формирования этой ноосферной мировоззренческой системы возникают чрезвычайно важные аспекты: философский, социобиологический, информационный,... Очень важное место в этих задачах занимает аспект *методологический*. С учетом этого факта в настоящей работе ставится задача **описать/обозначить определенные структурные компоненты когнитивной, познавательной модели формирующейся в настоящее время ноосферной парадигмы**.

Иными словами, картина выглядит примерно так:

- сегодня формируется мощная социально-научная ноосферная парадигма (для краткости – НП);
- системная методология указывает, что первым необходимым этапом подобной сложной работы, предваряющим этап целеполагания (и дающим прекрасный для него материал), является этап самоопределения – где мы? что собой представляем? с чем имеем дело? и т. д.
- одной из важнейших компонент самоопределения следует считать когнитивную модель изучаемого объекта или процесса.

В нашем случае построение такой модели сможет послужить решению, по крайней мере, двух задач – внутренней и внешней:

а) помочь выявить недостаточные, неполные или непроясненные фрагменты рассматриваемой парадигмы, наметить содержательные направления работы по превращению этой парадигмы в научную теорию, в развитую весомую систему научных знаний, которая создавала бы целостное представление о закономерностях и существенных связях в изучаемой действительности и давала валидный прогноз;

б) помочь определить пути, приемы, методы, разработать гигантский арсенал средств для внедрения ноосферного императива в социальное сознание в массовых масштабах, выработать соответствующие нормы поведения и деятельности, пути социальной и индивидуальной мотивации и многое другое.

2. Основное содержание парадигмы

Основное положение В. И. Вернадского в отношении эволюции на Земле состояло в констатации того, что эволюционное появление человеческого разума не случайно, в нем, как «во всяком природном явлении», проявилась закономерность палеонтологического процесса, создавшего мозг *Homo sapiens* и ту социальную среду, в которой, как ее следствие, как связанный с ней природный процесс, создается научная мысль, новая геологическая сознательно направляемая сила» [1]. В этом положении содержится несколько очень важных мыслей: природный процесс развития в целом и развития человека, в частности, (антропогенез) привел к возникновению Разума и соответствующей (нужной) социальной среды; в результате этого, на следующем этапе антропогенеза и социогенеза создается научная мысль, сознательно направляемая сила, – геологическая, способная «двигать горами».

Можно сказать, что таким образом была высказана, по сути дела, новая эволюционная парадигма, близкая к теории номогенеза, в которой, в частности, каждое последующее состояние (то есть, форма и существо) биосферы и планеты (совместно!) определяется и канализируется предыдущим. В этом плане появление Разума не просто является эволюционным фактом, но становится определяющим для последующих этапов развития жизни. Отметим при этом, что господствующими формами развития до недавнего времени были вещественная (примерно до середины – конца XIX ст.) форма, а практически весь XX век – энергетическая, ниже мы рассмотрим это несколько более подробно.

Энергетический скачок в хозяйственной деятельности по разным причинам сопровождался усилением стихийной детерминации в социальной истории, что отчетливо видно по небывалому росту конкурентной доминанты, жестокой борьбы за ресурсы и все более явно понимаемым возникновением стихийно формирующегося капиталистического тупика. Целый ряд аргументов и выводов такого характера содержится в публикациях одного из энергичных и последовательных продолжателей работ В. И. Вернадского ленинградского исследователя А. И. Субетто [2], а также академика Н. Н. Моисеева [3].

Чрезвычайно важной в рассматриваемой парадигме является фиксация роста в социально-эволюционном процессе ряда асимметрий. Одна из них – технократический перекоп в едином корпусе знаний и, соответственно, – в социальном сознании, в общественном интеллекте (ориентировочная оценка такова, что 95% знаний – знания о естественном и неживом искусственном, - т. е «косном» - мире, около 5% – знания о живом веществе, о биосфере и человеке, и только малая доля от 1% – знания об интеллекте [4]. Другая отягощающая асимметрия – так называемая «интеллектуальная черная дыра», это

все более увеличивающийся разрыв между нарастающей скоростью негативных антропогенных изменений в живом веществе биосферы, в том числе – в разумном живом веществе, т. е. в человечестве, и скоростью их познания. Этот список может быть продолжен. Характеристика основных черт ноосферной парадигмы этим поневоле конспективным описанием, разумеется, также не исчерпывается.

3. Несколько слов об истории вопроса

Термин «ноосфера» впервые был произнесен, повидимому, французским естествоиспытателем Э. Леруа после известного доклада В. И. Вернадского в середине 20-х годов в Париже на семинаре А. Бергсона, – так была названа концепция докладчика о переходе биосферы в новое эволюционное состояние под воздействием человеческой деятельности. Однако начало этих работ связывают с публикациями В. И. Вернадского гораздо более раннего времени: уже на рубеже XIX и XX вв. на базе построения картины общей эволюции тонкой оболочки планеты им были опубликованы материалы о том, что результаты деятельности человека становятся сопоставимыми по своему воздействию на природу с основными геохимическими процессами, происходящими на Земле. В свою очередь, этому идеологически предшествовали работы И. М. Сеченова и других естествоиспытателей и, главным образом, работы и идеи автора «русского космизма» Н. Ф. Федорова и его последователей. (Очень любопытным и совершенно не случайным следует считать появление в материалах Н. Фролова, одного из спутников Александра Гумбольдта на Урале и в Сибири, термина «*интеллектосфера*» – в 1848 г.!).

Общеизвестны публикации Тейяра де Шардена «Феномен человека», где широко используется понятие «ноосфера», статья В. И. Вернадского «Автотрофность человечества» (1925 г.), работа В. И. Вернадского середины XX века «Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление». В этой работе и в вышедшей уже в 80-х годах книге В. И. Вернадского «Философские мысли натуралиста» содержится бездна идей о космологической значимости Разума, об эволюционном смысле и роли развития интеллекта на Земле, об ответственности человеческой деятельности.

Среди авторов, работы которых имели прямое отношение к ноосферной тематике на всем протяжении XX века, следует назвать К. Циолковского, А. Чижевского, П. Флоренского, Н. Холодного, А. Клизовского, А. Лосева, А. Любищева, Л. Берга и еще ряд имен.

Существенный вклад в формирование нового сознания внесли работы членов Римского клуба А. Кинга, А. Печчи, Д. Медоуз, других, а также выполненные по заказам клуба (напр., Дж. Форрестера и Э. Пестеля). В эти годы (конец 60-х – начало 70-х), не в последнюю очередь благодаря работам Римского клуба, было начато такое направление, как «глобальное моделирование», которое также много способствовало осознанию связей между состоянием природы и ядерным противостоянием. На рубеже 80-х годов появился термин «экология» (М. Мелешкин и др.) как обозначение исследований по взаимосвязи экологии и экономики. Очень важными были работы Н. Реймерса, В. Казначеева, Н. Моисеева, А. Субетто, Д. Кортена. В 80-е – 90-е годы – доклад И. Брунтланд, работы И. Шпанненберга в Вупертальском институте ресурсов, конференции в Рио-де-Жанейро и Иоганнесбурге, «Повестка дня XXI».

Чрезвычайно важными, можно сказать – прорывными являются многочисленные работы ленинградского автора А. И. Субетто: книги, научные статьи, выступления на конференциях по различным вопросам ноосферного учения. (Осенью 1985 г. на Южном Урале проходила первая и последняя Всесоюзная конференция по классиологии; на заседании секции, где председательствовал автор, ему посчастливилось выслушать часовое выступление А. И. Субетто о характеристиках системного описания в ноосферных задачах). В украинском журнале «Социальная экономика» в 2004 г. была опубликована глубокая статья А. И. Субетто под симптоматичным названием: «Ноосферизм и вернадскианская революция: к модели выхода человечества из эколого-капиталистического тупика истории»; ряд положений из этой статьи используется и в настоящей работе.

В последние 15 лет число публикаций по ноосферной тематике составляет десятки тысяч, на запрос о работах по устойчивому развитию система Google выдает более 1,5 млн наименований и около 2,5 млн

только на немецком языке – об окружающей среде (das Umwelt). Можно определенно сказать, что внедрение экологического императива в массовое сознание тормозится не недостатком информации.

Но, разумеется, дело далеко не только в количестве публикаций. Ощутимо иными становятся охват работ, разнообразие аспектов, глубина и актуальность приводимых постановок.

4. Краткое описание ситуации

Краткая характеристика развивающейся ситуации в отношении новой научной (и, разумеется, социальной) парадигмы состоит в том, что следует фиксировать наличие вполне определенной революции. Это происходит явным и неявным образом, наблюдается в разных сторонах окружающей действительности, имеет разные темпы в разных местах и сферах, однако в целом это процесс глубокий, охватывающий весьма далекие друг от друга направления, проявляющийся плавно и/или скачками, вызывая порой противоречивые изменения. При этом одной из существенных сторон является то, что пока еще в *социальном сознании этот процесс в массовом масштабе к соответствующим изменениям не приводит*. Массовое сознание, как известно, почти всегда отстает, а сегодня для этого есть куда более весомые факторы, нежели в прежние времена. Об этом будет сказано далее, здесь же укажем лишь на один, но очень весомый фактор: бешеная (и изощренная) реклама и совершенно необузданная пропаганда потребления, потребления и потребления, – во всех формах, во всех видах, на всех уровнях и чего угодно. И в любых количествах. Фактор этот, понятно, очень действует на массовое сознание.

Однако следует вкратце пояснить, почему по отношению к новой парадигме, к ее сущностной и когнитивной значимости и наполненности (то есть – к ее познавательной/описательной способности) – речь может идти об очень энергичном, практически революционном ее развитии. В течение последних примерно 50-ти лет мы все более явно наблюдаем (если наблюдаем/оцениваем) почти одновременное и связанное прохождение ряда качественных скачков, скачков социальных, цивилизационных по своей природе. Они являются не просто фоном, а компонентами и факторами влияния на НП. К ним относятся:

- колоссальный скачкообразный рост производительности труда и технологическая революция;
- массовая образовательная революция («идеал учащегося народа» по В. И. Вернадскому – рост разных образовательных институтов и непрерывного образования, «эдукологизация» общества);
- взрывной рост методологических исследований и их приложений (системология, классиология, организационно-деятельностные игры, циклология – учение о циклах развития, квалиметрия, наконец – ноосферология и ноология); информационная революция во всех ее аспектах;
- резкое «сокращение расстояний» и времени доступа для коммуницирования;
- качественная революция – проникновение требований качества в такие массовые области, как экономика, социум, грамотность, быт, среда, управление, сдвиг в экономике от закона стоимости к закону о потребительной стоимости;
- наконец – интеллектуально-инновационная революция, выступающая акселератором других революций, вызывающая скачок в динамике изменений (резкий рост второй производной) со всеми позитивными и негативными последствиями.

Здесь перечислены лишь некоторые из явно видимых перемен, однако есть и скрытые, латентные.

5. Об основных видах деятельности

Представляет интерес рассмотреть «историческую» картину трансформации структуры (и соотношений) основных видов деятельности, отражающую динамику тенденций обеспечения обществом своих основных жизненных потребностей и затрачиваемых на это своих трудовых и технологических усилий.

Общественное развитие предполагает организацию и поддержку социально-экономическим потенциалом на должном уровне ряда воспроизводственных функций. Социум поддерживает себя и может развиваться, если происходит воспроизводство основных средств жизнеобеспечения. К таковым

относятся: производство (вначале – собирательство!) пищевых средств жизни; производство вещных, предметных средств жизни (одежда и обувь, строительство домов и дорог и т. д.); производство знаковых средств (книги и декреты, газеты и TV, информатика и вычислительная техника), и др.

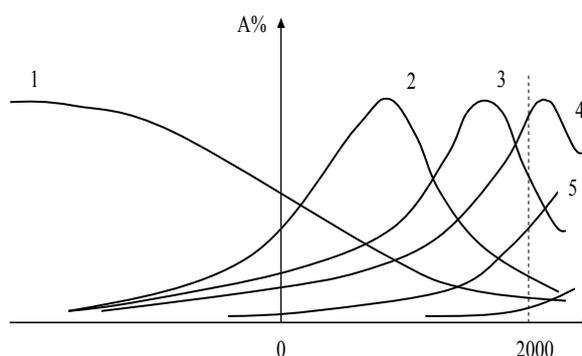
На рисунке кривыми 1-5 весьма условно изображена динамика (на протяжении просматриваемого промежутка истории) перечисленных выше видов деятельности. На осях отложены: по горизонтали – время, на оси ординат (A%) - доля труда, измеряемого, например, в человеко-днях и вкладываемого людьми в различные виды жизне-обеспечивающей деятельности. Соответственно кривые обозначают:

1. Собирательная деятельность; сегодня это работа, связанная, в основном, с добычей полезных ископаемых, на заре существования человечества – практически, вся деятельность.

2. Производство продуктов питания; прежде это была целиком сельскохозяйственная деятельность, сегодня она включает в себя и пищевую промышленность.

3. Производство вещных средств жизнеобеспечения; на возрастающей ветви этой кривой так или иначе располагаются промышленные революции и т. д., максимальная доля этой деятельности приходится примерно на вторую половину XIX и первую половину XX века.

4. Производство знаковых средств жизни: разработка и применение средств автоматизации и цифровизации, информатики, кибернетики, вычислительной техники, цифровых систем связи и управления, программирование бытовой техники, кодирование сигналов в музыке и телевидении и т. д. (третья волна Тофлера).



5. Один из наиболее интересных для нас видов деятельности – обобщенные усилия по формированию самого человека, общественной и духовной личности, его воспитание, образование, признание его самого как непреходящей ценности, познание и совершенствование его физических возможностей, его душевных сил и мудрости, наконец, – его духовный рост и развитие. Как видно из графика, эта деятельность по-настоящему только начинается.

По самому рисунку необходимо сделать несколько оговорок: здесь имеет место приблизительное, стилизованное, несколько условное изображение; не очень точно соблюдены соотношения долей вкладываемого труда для различных положений по оси времени; имеет место некоторая условность разделения деятельности на различные виды; наконец, такое распределение в целом, по-видимому, следует принять характерным для европейской, точнее – западной цивилизации и т. д.

Наконец, на рисунке присутствует еще одна кривая, № 6. Условно она отображает усилия по сохранению жизни как таковой, ее видового разнообразия, обеспечивающего развитие в целом, ее различных форм и уровней. Это и есть линия развития и внедрения НП – ноосферной парадигмы. Очевидно, что эта деятельность, крайне необходимая в эволюционном плане, требует квалифицированной работы, высокой культуры, высоких и естественных моральных принципов, социального и духовного уважения и толерантности ко всему живому. В этом и состоит, по-видимому, задача формирования действительно открытого и свободного гражданского общества. Здесь и должен происходить переход от конкурентной и индивидуализированной доминанты к кооперативной.

Таким образом, главной тенденцией развития, в контексте принятых здесь представлений, является продвижение к тому времени и состоянию, когда человечество в целом, массовым образом, начнет понимать и чувствовать, что жизнь, не просто моя жизнь, а жизнь вообще, с ее глубинами и высотами, с ее потрясающей красотой и поразительной гармонией, с ее удивительным разнообразием, с проявленным и непроявленным – вся эта жизнь есть одновременно мой личный и наш общий ресурс, мой личный и наш общий интерес, моя личная и наша общая ценность. Приведенные здесь соображения

имеют отношение по крайней мере к двум вещам. Во-первых, это один из ответов на вопросы этапа самоопределения – где мы сейчас, что делаем и как это соотносится с прошлым и, в какой-то степени, с будущим. Во-вторых, непосредственные операциональные выводы; один из них – вывод о том, что может (и/или должно) происходить *содержательное слияние* (при распределении трудовых и других затрат) пятой и шестой кривых. Это в методологическом и содержательном отношениях – очень важная задача.

Наблюдая сегодняшнюю «мировую картину», можно с уверенностью сказать, что достижение такой ситуации является колоссальной проблемой. В силу целого ряда социально-политических, социально-экологических, социально-экономических факторов человечество приблизилось к точке глобальной цивилизационной бифуркации.

6. О некоторых особенностях системы целей верхнего уровня

Представляется, что очень важно выявить и реализовать компенсаторное действие методологии (системологии) с задачей – *увеличение негэнтропии* системы «биосфера – человечество», – системы «ноосфера». Кривые видов жизнеобеспечивающей деятельности работают в этом направлении. Мало того, следует подчеркнуть здесь историческую обусловленность востребованности методологии-системологии. Можно констатировать, что на сегодня существует Методологический/Системологический Императив; к нему относится и задача анализа (и формулирования!) целей верхнего уровня – для стран и континентов. Моральный императив, без дискриминации. Здесь – основа для формирования новой доминанты – кооперации вместо конкуренции, конкуренция должна быть в науке, в поиске организации (социальные инновации), в экономных формах потребления, в attractiveness мест, идей, людей...

Рассмотрим кратко цели верхнего уровня, их три: **а)** повышение уровня и качества жизни (в комплексе, с декомпозицией) и **б)** повышение негэнтропийного потенциала биосферы (задача сама по себе диалектически противоречивая – разнообразие и организованность). Но эти две цели не только конкурентны (за ресурсы и т. д.), они еще и конфликтны. Возникает третья цель (аналогично изложенному ранее [7] для целей муниципального управления): **в)** организация *сочетанного, сбалансированного, гармонизированного* продвижения к двум первым целям. А это, в свою очередь, есть задача формирования ноосферного мышления/сознания, со всеми вытекающими трудностями, проблемами и срывами. Здесь совершенно отчетливо возникает необходимость в формировании, проведении (в большом масштабе) мощной организационной работы (по десятку направлений), имеющей тенсегритный характер. В свое время замечательный американский инженер и изобретатель Б. Фуллер ввел для специальных конструкций новое понятие *tensegrity*, от слов *tense* и *integrity* – «напряженное единство». Используя его, нами ранее было введено понятие о тенсегритных связях, таких, которые в «жизненном» пространстве нашей целостной системы из имеющихся элементов образуют целостные структуры, перевода «упругость» в «жесткость». Отметим, что деятельность ТНК, всех «прожженных» глобалистов и всех, кто их обслуживает, несмотря на кажущуюся и пропагандируемую конкуренцию, обладает мощными тенсегритными связями и характеристиками, что в значительной степени и обуславливает успех в разрушении биосферы. Этому служат и реклама, и СМИ, и отлаженные каналы связи, финансов, товаров, энергии... Все то, что есть в этом смысле у противостоящих этому «ноосферных» структур, не может пока идти ни в какое сравнение. Нужны кадры, средства, «путевая карта» для ведения такой работы. Отчетливо зреет ощущение, что альтернативы практически нет.

7. Некоторые задачи (вместо заключения)

Практически в настоящем изложении намечены лишь несколько возможных линий работы, заключение еще делать рано. Вместо этого приведем лишь некоторые констатации и задачи, не по рангам важности.

- Определенно можно фиксировать поворот научного сознания к *неизбежности* формирования «институтов согласия» и зон компромисов.
- Исследовать порождающие свойства такого объекта, как «знание-ориентированная экономика».

- Очень важна роль среды (заказ, ограниченное восприятие, сопротивление), роль образованности, информированности, информации (со знаком + или –), просто знания о новшествах (Тенсинг).
- Системологическая задача: разработать такие методы и приемы агрегирования, при которых в результате получившегося (генерализованного) представления сохранялись бы основные черты и основная информация от нижних уровней. При этом иметь в виду три типа агрегирования:
 - А) по территории (по пространству) – практически любые датчики показывают локальные, в точках, замеры. А нужна генерализация, обобщение по территории (городá, страны, регионы).
 - Б) по времени – оценить (агрегировать) накопленный результат деградации (или развития?) данного ареала, временную динамику воздействия данного фактора или группы факторов.
 - В) по совместному действию, – синергетический эффект (со знаком + или –); примеры из социальной жизни, скажем, национал-социализм и хорошая (или плохая) экономика, совмещение разных полютантов.
- Крайне необходима разработка механизма для оценок – без этого рефлексия (а значит – и выводы, и сознательное продвижение) – невозможны. Это важный элемент механизма самоопределения, формирование *обратной связи* обоих знаков, – и для устойчивости, и для *организации* генерирования нового.
- Системологическая задача: какие механизмы должны быть разработаны и включены для преодоления постоянного отставания социального сознания; если эта ситуация объективна и непреодолима – как это следует компенсировать?
- Может быть, один из путей решения этой задачи лежит в становлении, развитии и реализации результатов исследований в новой науке «социофенетике» (вводимый неологизм – А. К.), задача которой может содержать изучение *социально осваиваемого ненаследственного нового*, аналогично этим идеям в теоретической биологии [6].
- Системологическая задача: исследование вопроса о том, какие черты нового проявляются, новое – в чем? То есть, - какие, собственно, изменения имеют место в социальной жизни в целом – в количественном, качественном планах, в системе связей, в парных сочетаниях или все три вида изменений одновременно. Несколько более подробно это было рассмотрено в [7]. Существенной методологической задачей здесь является получение оценки направленности и природы возникающих изменений. Сюда же может быть отнесен и вопрос о том, каков характер (природа) *перехода детерминант в мировом сообществе* – от закона конкуренции к закону кооперации, - какие происходят изменения? Как организовать осмысленную социальную рефлексию? Кому в социуме она должна быть присуща? Как воспитывать *самоответственность*, внутреннюю цензуру? Как внедрить предложенное ак. В. Петраковым понятие «отягощенная собственность»? – не новый передел уже присвоенного, а последовательное возвращение долга (налогами и др.).
- Какие жертвы должна принести человеческая система, чем можно, чем следует поступиться во имя сохранения будущего? Кто и какие должен сделать уступки в этой архисложной социальной/социально-экономической системе? Ведь многократно понятно, что очень многие угрозы порождены развитием, становлением «общества потребления». Информационный пресс, реклама, примеры, призывы (все это очень небескорыстно) формируют социальное сознание в сторону фетишизации материального и материально-технического роста. А старые мыслители и их последователи (и среди них один из первых «ноосферистов» на Западе Тейяр де Шарден) говорили, что основной идеей, основной тенденцией формирования ноосферного мировоззрения для Человека должно стать: НЕ ИМЕТЬ, А БЫТЬ. В этом правиле – чрезвычайно богатое содержание. Методологическая, а потом и информационная задача здесь состоит, повидимому, в том, чтобы кардинально изменить в социальном сознании представление о желаемом и необходимом уровне жизни социума. Материально-финансовая компонента должна будет играть все меньшую роль, улучшение жизни будет происходить за счет улучшения ее качества. И

человечество знает прекрасные примеры решения таких задач, причем примеры массовые и совсем недавние: в Соединенных Штатах всего несколько лет назад в результате проведения *государственной* информационной, организационной (административной) и финансовой кампании удалось сделать так, что курение (!!!) стало немодным. Кто считает себя счастливым?

- Это приводит еще и к важной социально-методологической (не побоимся такого нового составного понятия – пока нет слов для его адекватного именованья) задаче: формирование новой системы (и шкалы) *потребностей*. Позволю себе напомнить беззлобный анекдот начала 60-х: спускаюсь в гастроном, а там над прилавком маленький транспарант: «сегодня потребности в масле нет». Ну, нет сегодня потребности в «Мустанге» и «Феррари», в 5-тиэтажном коттедже, в бездумных тратах электричества, в диких расходах на поп-эстраду, в установках залпового огня...
- Роль правительств: почему Окинавская Хартия (о формировании Информационного Общества) была принята без особых препятствий, а движение «Рио» все время испытывает трудности? Окинавская Хартия вовсе не тормозит развитие большого бизнеса, наоборот, а экологический императив – сильно тормозит экстенсивное, т. е. простое и накатанное зарабатывание денег ТНК.
- Суждение В. Вернадского о роли иррационального в разуме (лакуны используются для заполнения новыми смыслами, для осмысления); проверка социальной практикой, уровни проверки!

Некоторые из указанных здесь позиций предполагается рассмотреть в продолжении настоящей работы.

Благодарности

Настоящая работа была выполнена при поддержке интернационального проекта **ITHEA XXI** Института информационных теорий и их приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.ithea.org, www.foibg.com), в связи с чем автор и выражает свою искреннюю благодарность.

Литература

1. В. И. Вернадский. Несколько слов о ноосфере. // Успехи современной биологии. – 1944, №18, вып. 2. Философские мысли натуралиста. – М.: «Наука», 1988 и др.
2. А. И. Субетто. Ноосферизм. Т. 1. Введение в ноосферизм. – СПб.: ПАНИ, 2001. Системогенетика теория циклов. 2 книги. – М.: Исследоват. Центр, 1994 и др.
3. Н. Н. Моисеев. Слово о научно-технической революции. – М., «Молодая гвардия», 1985; Экология человека глазами математика. – М., «Молодая гвардия», 1988; Человек и ноосфера. – М., «Молодая гвардия», 1990.
4. В. П. Казначеев, Е. А. Спирин. Космопланетарный феномен человека. – Новосибирск: „Наука“, 1991.
5. В. А. Зубаков. Эндозкологическое отравление и эволюция: стратегия выживания (К саммиту ООН „Рио + 10“). – СПб., 2002.
6. Г. А. Юдай. Общая теория жизни. – М.: „Мысль“, 1985.
7. А. Д. Крисилов. Модельное описание процессов развития: механизмы, структура, система целей, индикаторы. Decision Making and Business Intelligence Strategies and Techniques (International Book Series “Information Sciences and Computing”, N 3), Supplement to International Journal “Information Technologies and Knowledge”, v. 2/2008.

Информация об авторах

Анатолий Крисилов – Институт информационных технологий Одесской государственной Академии холода, к. т. н., доц. кафедры информационных и коммуникационных технологий; ул. Дворянская, 1/3, Одесса - 26, 65026, Украина; тел. (0482)-632-598; моб. (38097)-291-33-24; e-mail: adkrissilov@list.ru

AI & Human Resources

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ НА ОСНОВЕ ЗНАНИЙ

Валерия Грибова, Григорий Осипенков, Сергей Сова

Аннотация: В данной работе представлена общая концепция разработки диагностических компьютерных тренажеров на основе знаний. Сформулированы основные положения концепции, определена модель диагностического компьютерного тренажера, ее основные компоненты. Представлена концептуальная архитектура инструментального средства для проектирования, реализации и отладки диагностических компьютерных тренажеров.

Ключевые слова: Онтология, компьютерный тренажер, диагностический компьютерный тренажер, виртуальная реальность, инструментальное средство.

ACM Classification Keywords: D.2.2 [Технология программирования]: Методы и средства проектирования D.2.10 [Технология программирования]: Проектирование---методология; H.1.1 [Модели и принципы]: Теория систем и информации---общая теория систем.

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

Основными требованиями современного этапа к технологии разработки программных средств является снижение стоимости разработки и упрощение модифицирования. Это может быть достигнуто заменой процедурного кода высокоуровневыми декларативными описаниями, автоматической генерацией программного кода по декларативному описанию либо интерпретацией этого описания; повторным использованием, отдельным модифицированием архитектурных компонентов; разделением каждого архитектурного компонента на составляющие, также допускающие их отдельное модифицирование. Все указанные выше требования и методы их достижения в полной мере относятся к разработке диагностических компьютерных тренажеров.

Потребность в компьютерных тренажерах стремительно возрастает. В литературе отмечается, что использование тренажеров улучшает качество и эффективность обучения; значительно снижает его стоимость; дает обучаемым практические навыки до начала их работы в реальных условиях, при этом с помощью тренажеров имеется возможность «проиграть» различные возможные сценарии, что без их использования реализовать очень сложно; обеспечивает возможность удаленного обучения [1, 2, 3, 4].

Несмотря на очевидную востребованность компьютерных тренажеров, в настоящее время они не получили широкого практического использования. Главная проблема состоит в том, что их разработка,

отладка и сопровождение, оказываются чрезвычайно трудоемкими [5, 6, 7]. На сегодняшний день компьютерные тренажеры создаются высококвалифицированными командами профессиональных программистов, имеющих соответствующую квалификацию и специализацию с использованием разнородных программных сред и компонентов (программных библиотек), включающих среды программирования, графические пакеты, специализированное программное обеспечение для проектирования виртуальных сред обучения, создания экспертных систем и т.д. [8, 9, 10, 11].

Целью данной работы является описание общей концепции создания специализированных инструментальных средств для проектирования, генерации и отладки диагностических компьютерных тренажеров.

Понятие диагностического компьютерного тренажера

Компьютерные тренажеры (в литературе также используются термины «компьютерные имитационные тренажеры», симуляторы) — являются отдельным классом программного обеспечения, который к настоящему времени получил наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение — к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе, высокотехнологичном производстве и т.д.

Компьютерные тренажеры в общем случае являются сложными программно-аппаратными комплексами, содержащими средства моделирования, анализа, симуляции, визуализации, включая виртуальную реальность [12].

Основные задачи, которые решаются с помощью компьютерных тренажеров, — теоретическая подготовка обучаемых, отработка у них практических навыков и знаний, а также их проверка и тестирование [1]. По характеру стоящих перед тренажерами задач можно выделить три типа тренажеров:

- тренажеры, предназначенные для отработки практических навыков и знаний (в том числе диагностические, обучающие постановке диагноза, установлению причин неисправности автомобиля, компьютера и т.д.),
- тренажеры, предназначенные для отработки моторно-рефлекторных реакций и навыков,
- смешанный тип тренажеров.

Тренажеры, предназначенные для отработки моторно-рефлекторных реакций и навыков, помимо программных средств содержат специализированные аппаратные средства.

Основными функциями диагностических тренажеров при проведении диагностики пользователями (обучаемыми) являются:

- выбор необходимого и достаточного набора наблюдений из множества всех наблюдений, которые необходимы для диагностики некоторого объекта (человека, автомобиля, компьютера и т.д.);
- проведение наблюдений из выбранного набора;
- диагностика объекта (постановка диагноза, установление неисправности и др.) на основе проведенных наблюдений;
- просмотр допущенных ошибок и их объяснений.

Важной функцией диагностического компьютерного тренажера является формирование различных диагностических ситуаций (упражнений), а также обеспечение реалистичности проводимых наблюдений (использование трехмерной графики, анимации, звука).

Основные положения концепции и этапы разработки диагностических компьютерных тренажеров

Основными положениями концепции разработки диагностических компьютерных тренажеров (ДКТ) на основе знаний являются:

1. Замена проектирования, реализации на языке программирования и сопровождения ДКТ проектированием и сопровождением его модели.
2. Обеспечение функционирования ДКТ через интерпретацию его модели и генерацию по ней виртуального мира компьютерного тренажера.
3. Предоставление разработчику и сопровождающему программисту средств проектирования модели и отладки ДКТ.
4. Разделение модели ДКТ на компоненты, в соответствии с группами специалистов, участвующих в его разработке и задачами, которые они решают.
5. Для каждого компонента модели ДКТ разработка онтологии и редакторов, управляемых онтологиями, в терминах которых специалисты смогут проектировать и модифицировать соответствующие компоненты модели ДКТ.

Разработка ДКТ может быть сведена к следующим последовательным этапам:

1. Выбор раздела предметной области, постановка задачи диагностики и формирование описания диагностических знаний. Знания о диагностике включают описание знаний о наблюдениях, которые могут быть получены у объекта диагностики, о диагностируемых состояниях и причинно-следственных связях. Наблюдения являются измеряемыми свойствами объекта диагностики. Диагностируемые состояния представляют собой описание состояний объектов диагностики, которые не могут быть напрямую измерены, а определяются на основе совокупности значений наблюдений (например, некоторый диагноз — это совокупность определенного подмножества значений наблюдений, которые могут быть получены у объекта диагностики). Причинно-следственные связи определяют отношения между наблюдениями и диагностируемыми состояниями.

2. Описание сценария проведения наблюдений. Каждое наблюдение может принимать определенное множество значений у конкретного объекта диагностики. Важным этапом обучения при помощи ДКТ является отработка последовательности действий по получению значений наблюдений. Для моделирования этого процесса необходимо: описать множество объектов и отношений между ними, графические образы и множество действий.

Объекты задаются своим именем и атрибутами, которые могут принимать значения из заранее определенного множества, определяться типом возможных значений, быть вычисляемыми (в этом случае их значение зависит от значений других атрибутов), либо графическими образами. Графические образы — это атрибуты объекта, определяющие внешний вид объекта в виртуальном мире тренажера.

Отношения между объектами также как и объекты могут иметь атрибуты.

Действие определяется условиями и результатом выполнения. Условиями выполнения действия являются события, инициированные пользователями, происходящие в результате завершения выполнения других действий, либо когда значения атрибутов объектов и отношений принимают определенные значения. Результатом выполнения действий может быть изменение значений атрибутов объектов или отношений, запуск на выполнение других действий.

3. Определение отдельных упражнений и их описание. Основным назначением тренажера является обеспечение возможности многократной проработки различных диагностических ситуаций. В то время как сценарий наблюдений позволяет определить множество всех возможных состояний виртуального мира, описание упражнений предназначено для отработки отдельных задач диагностики.

4. Описание правил оценки действий обучаемого и правил построения объяснений. Важной функцией ДКТ является не только отработка практических навыков, но также оценка результатов проведения диагностики и объяснение ошибок, совершенных обучаемым при проведении диагностики.

5. Программирование специфичных для выбранной предметной области функций, которые необходимы для вычисляемых атрибутов и результатов выполнения действий.

В соответствии с этапами, можно выделить следующие группы специалистов, принимающих участие в разработке ДКТ: эксперт предметной области, дизайнер, программист.

Задачи проектирования ДКТ на этапах (1), (3), (4) решаются экспертом предметной области.

Задачи проектирования ДКТ на этапе (2) решаются совместно экспертом предметной области и дизайнером. Эксперт описывает существенные для предметной области объекты, их атрибуты и действия (логический уровень). Дизайнер выполняет описание дополнительных атрибутов объектов, а также вводит новые объекты, необходимые для воспроизведения виртуального мира; формирует графические образы, задает дополнительные атрибуты, позволяющие точно позиционировать объекты в виртуальном мире, добиться их реалистичного вида и реакции в ответ на происходящие действия (уровень представления).

Задачи этапа (5) решаются программистом.

Компоненты модели диагностического тренажера

В соответствии с предложенной концепцией, модель ДКТ должна содержать всю информацию, которая необходима для его функционирования и может подвергнуться изменению в жизненном цикле, а также допускать автоматическую реализацию ДКТ (средствами интерпретации). Модель конкретного ДКТ создается на основе онтологий, которые описывают информацию о каждом его компоненте.

На основе сформулированных выше задач, можно выделить следующие компоненты, из которых состоит модель тренажера:

- модель диагностических знаний, состоящая из наблюдений, диагностируемых состояний, причинно-следственных связей между наблюдениями и диагностируемыми состояниями;
- модель объектов и действий логического уровня;
- модель объектов и действий уровня представления;
- модель сценариев наблюдений;
- модель упражнений;
- модель оценки действий обучаемого и объяснений поставленной оценки.

В соответствии с концепцией каждому компоненту модели ДКТ соответствует онтология, которая описывает информацию о соответствующем компоненте модели ДКТ. Формирование конкретного компонента модели ДКТ сводится к выделению подмножества из соответствующей онтологии и уточнении значений ее характеристик.

Концептуальная архитектура диагностических компьютерных тренажеров

Основных пользователей ДКТ можно разделить на две основные группы — обучаемые и преподаватели. Основная деятельность обучаемых — проведение диагностических наблюдений в виртуальном мире

тренажера, диагностика объектов; основная деятельность преподавателей — формирование курсов обучения и контроль деятельности обучаемых.

В соответствии с группами пользователей, в ДКТ выделяются компоненты, предназначенные для проведения диагностики и его настройки (см. рис. 1).

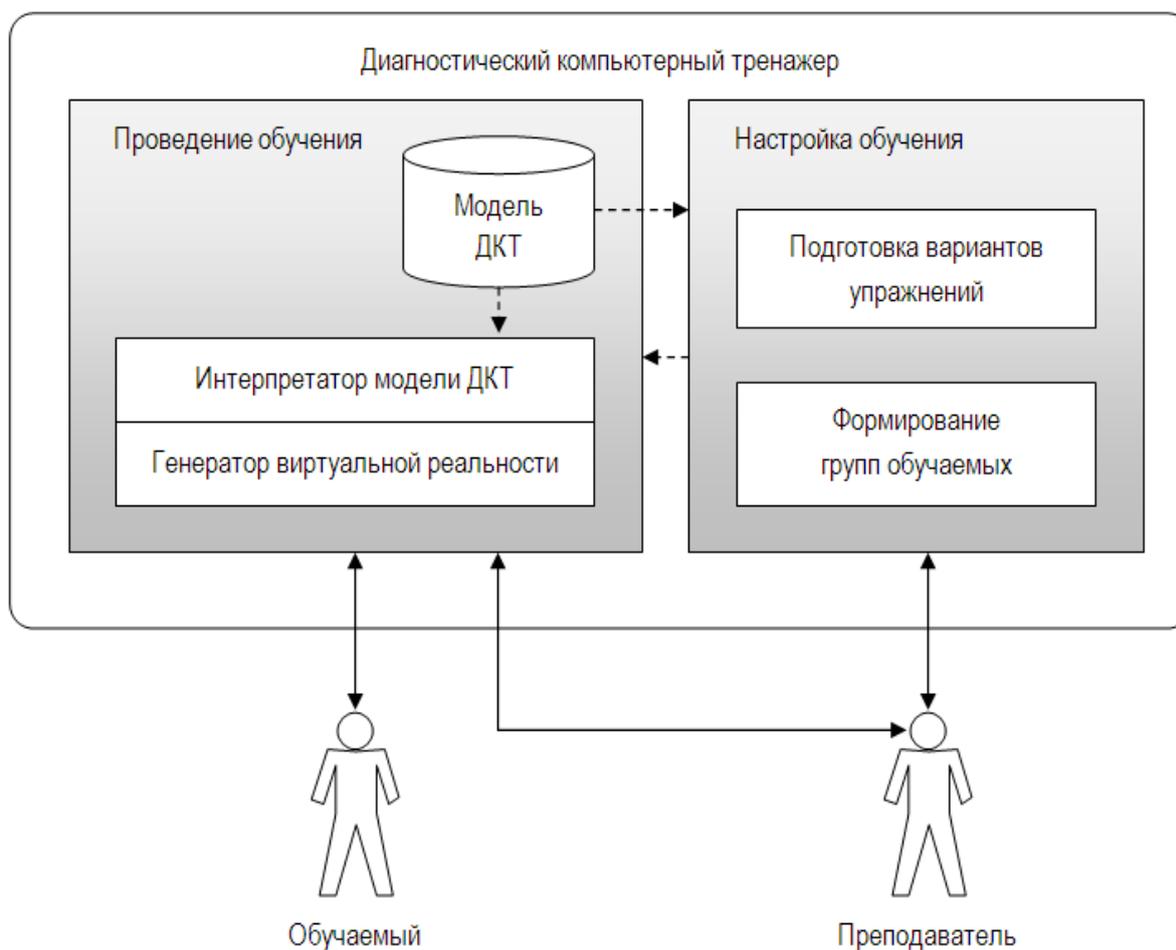


Рис. 1. Основные компоненты диагностического компьютерного тренажера.

Для проведения диагностики необходимо разработать модель ДКТ, а также, в соответствии с предложенной концепцией, интерпретатор его модели и генератор виртуальной реальности. Для проведения настройки необходимо разработать средства подготовки вариантов упражнений, формирование групп обучаемых, распределение вариантов упражнений между членами группы обучаемых по модели ДКТ.

Интерпретатор модели осуществляет анализ и выполнение (собственно интерпретацию) модели ДКТ; генератор виртуальной реальности предназначен для отображения виртуального мира ДКТ, приема управляющих команд от пользователя и их передачу интерпретатору модели на обработку. При интерпретации модели ДКТ значения наблюдений и другие начальные параметры определяются компонентами настройки процесса обучения.

В соответствии с выделенными компонентами компьютерного тренажера, группами специалистов, участвующих в его разработке и их задачами, авторами предлагается следующая концептуальная архитектура инструментальной среды проектирования ДКТ (см. рис. 2).

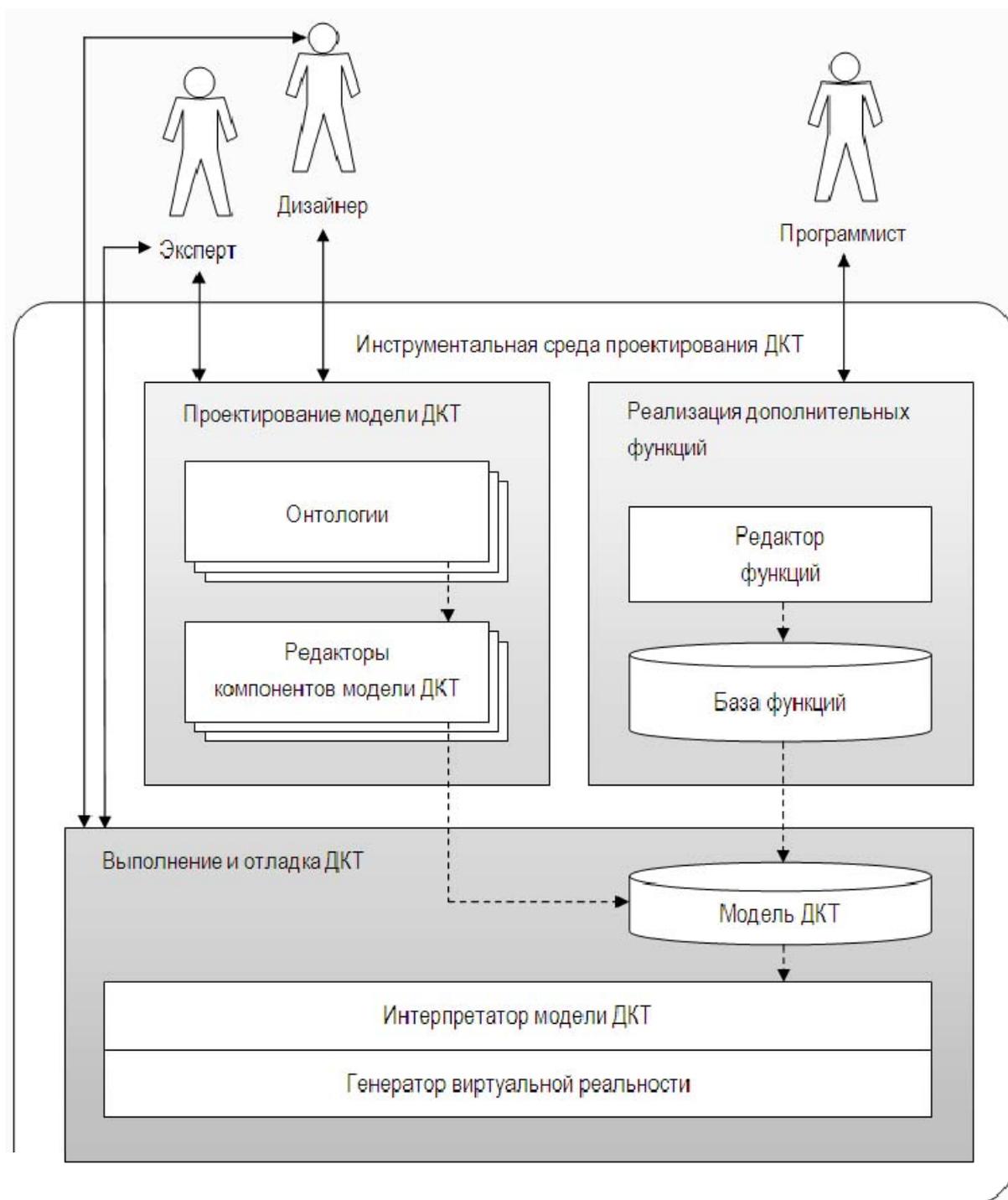


Рис. 2. Концептуальная архитектура инструментальной среды проектирования ДКТ.

В соответствии с представленной архитектурой, инструментальная среда проектирования ДКТ состоит из редакторов проектирования модели ДКТ, средств реализации специализированных функций, а также среды выполнения и отладки ДКТ. Редакторы проектирования модели управляются онтологиями и предназначены для экспертов предметной области и дизайнеров. Средства реализации математических,

строковых и т.п. функций предназначены для описания функций в виде подпрограмм на алгоритмическом языке и приведения их к виду, требуемому для размещения в модели ДКТ. Средства выполнения и отладки ДКТ содержат интерпретатор модели ДКТ и генератор виртуальной реальности, а также компоненты для запуска интерпретатора и генератора в режиме отладки.

Заключение

В настоящее время ведется работа над реализацией данного проекта. К настоящему времени разработан ряд онтологий, необходимых для проектирования модели ДКТ. Работа над данным проектом является результатом многолетнего исследования, проводимого сотрудниками Института автоматики и процессов управления ДВО РАН в области разработки средств автоматизации профессиональной деятельности на основе онтологий и знаний, что вселяет уверенность в успешном выполнении данного проекта.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН, проект 09-III-A-01-001

Библиография

- [1] Компьютерные тренажеры нового поколения // <http://www.asutp.ru/?p=400322>
- [2] Обучающий тренажер // http://www.safetywork.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=31
- [3] Донской А.Н. Тренажеры на базе ЭВМ для оперативного персонала ТЭЦ // <http://simulators.narod.ru/intro.htm>
- [4] Компьютерные тренажеры // <http://chernykh.net/content/view/194/206/>
- [5] Применение технологий виртуальной реальности в тренажерах и симуляторах // <http://www.ve-group.ru/use77.html>
- [6] Продукты и решения на базе технологии виртуальной реальности, 3D визуализация и цифровые планетарии // <http://www.ve-group.ru/>
- [7] Гаммер М.Д. Применение компьютерных имитационных тренажеров и систем виртуальной реальности в учебном процессе // <http://cde.tsogu.ru/publ1/>
- [8] CAVE. Проекционные Системы Виртуальной Реальности // http://www.really.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=143&Itemid=58
- [9] OpenSG features // <http://opensg.vrsourc.org/trac/wiki/Features>
- [10] Carolina Cruz-Neira, Allen Bierbaum, Patrick Hartling, Christopher Just, Kevin Meinert. VR Juggler – An Open Source Platform for Virtual Reality Applications // <http://oldsite.vrjuggler.org/pub/vrjuggler-aiaa2002.pdf>
- [11] A Brief Architectural Overview of Alice, a Rapid Prototyping System for Virtual Reality // <http://www-2.cs.cmu.edu/~stage3/publications/95/journals/IEEEcomputer/CGandA/paper.html>
- [12] Тренажеры? Это... // <http://www.traintech.ru/ru/trainers/index.php?path=what>

Информация об авторах

Валерия Грибова — д.т.н., зав. лабораторией интеллектуальных систем Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, ул. Радио, 5, тел. +7 (4323) 314001, gribova@iacp.dvo.ru, <http://www.iacp.dvo.ru/is>.

Григорий Осипенков — аспирант Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, ул. Радио, 5, grigoryo@gmail.com.

Сергей Сова — аспирант Института автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, ул. Радио, 5, asmi@pochta.ru.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕНАДЕЖНОСТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Илья Васильев, Елена Антонова

Аннотация: В статье описывается разработка и реализация интеллектуальной системы управления людьми на основе их психологических и личностных характеристик. Интеллектуальная система управления позволяет описывать выполняемые задачи и определять ответственного сотрудника на ее выполнение, применять интеллектуальные методы распределения контрольных точек, методы определения ненадежности и мотивации, методы применения процедур управления. Особое внимание в статье уделено проблемам разработки и реализации подсистемы мониторинга и определения ненадежностей. Подсистема позволяет определять подходящие методы мониторинга, набор контрольных точек, распределяемых на протяжении времени выполнения задачи, и типы ненадежностей, которые может проявлять сотрудник. В статье освещаются основные идеи, которые были использованы при разработке подсистемы.

Keywords: *The Theory of Unreliable Elements, Knowledge Systems, Intelligent control.*

Conference: *The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009*

Introduction

При решении задач управления коллективом, прежде всего, необходимо добиться выполнения поставленных перед сотрудниками заданий в срок. В настоящее время существует много автоматизированных систем управления предприятиями. Все системы включают в себя подсистему планирования профессиональной деятельности. Однако, для успешной управленческой деятельности предприятий необходимы автоматизированные системы, рассматривающие людей в качестве ненадежных элементов в системе планирования. Ни в одной из существующих автоматизированных систем управления человек не учитывается как ненадежный элемент.

На основании проведенного анализа предметной области «Управление людьми» была построена ее математическая модель. Основными компонентами модели являются задача, ответственный сотрудник, ненадежность [Ryabtsev, 2008]. На основе полученной модели была разработана и реализована интеллектуальная система управления (ИСУ). Для решения задач планирования в рамках ИСУ было решено реализовать подсистему мониторинга выполнения плана и определения ненадежностей.

Для эффективного управления на первоначальной стадии выполнения задачи необходимо спланировать процесс ее решения. В процессе решения задачи необходимо контролировать процесс выполнения задачи, оценивать успешность достигнутых результатов и при необходимости менять план. Удобным средством для контроля выполнения плана является использование контрольных точек. Также необходимо учитывать ненадежность, которую может проявить сотрудник при выполнении задачи. Ненадежность может быть определена, исходя из информации, которая описывает сотрудника, ответственного за решение этой задачи, а также используя анализ полученных от сотрудника ответов при прохождении контрольных точек.

Описание ИСУ

Интеллектуальная система управления состоит из 2 основных компонент: главного (серверного) приложения для субъекта управления и клиентского приложения для объекта управления (ответственного сотрудника, назначенного на выполнение задачи). В задачи серверного приложения входит предоставление субъекту управления следующих возможностей: описание задачи, включая определение этапов, контрольных точек и артефактов; определение ответственных за задачу сотрудников; выполнение интеллектуальных методов расстановки контрольных точек, определения ненадежности, метода мотивации, применения процедур управления и исторического анализа, а также организация работы с базами знаний и данных, используемыми для выполнения необходимых операций, и обмен данными с клиентским приложением по локальной сети.

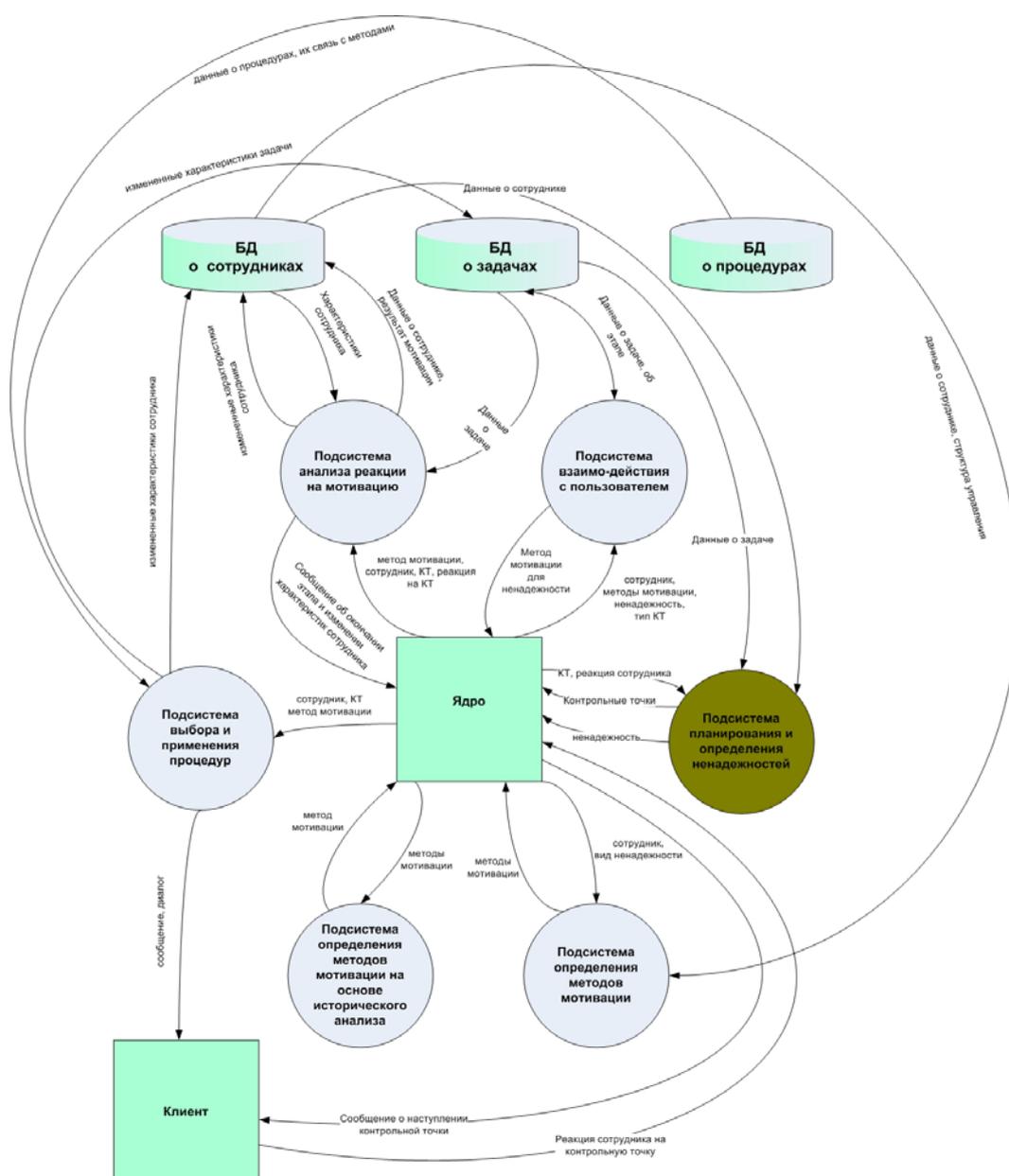


Рис. 1. Подсистема мониторинга выполнения плана и определения ненадежностей в интеллектуальной системе управления.

Главной частью серверного приложения является ядро, которое предназначено для координации работы подсистем, входящих в состав приложения. Клиентская часть предназначена для объекта управления, с ее помощью сотрудник уведомляется о наступлении контрольных точек и применяемых процедурах управления. Также клиентское приложение используется для сбора информации от сотрудника о состоянии выполняемой задачи и для обеспечения обратной связи в процессе применения процедур управления.

ИСУ реализована на языке C++ в среде разработки Borland Builder C++ 6.0. Для организации хранения баз данных и баз знаний использована СУБД MySQL, доступ к которой реализован при помощи библиотеки MySQL Access.

Одной из компонент серверного приложения является подсистема планирования и определения ненадежностей (рис. 1). Эта подсистема должна решать задачи определения подходящего метода мониторинга, множества контрольных точек, распределяемых на протяжении времени выполнения задачи, а также определения ненадежности, которую может проявить сотрудник в процессе выполнения задачи.

Описание подсистемы планирования и определения ненадежностей

Основным объектом, который используется в интеллектуальной системе управления, является задача. Ее определяет субъект управления, назначает на ее выполнение ответственного сотрудника и следит за ходом ее выполнения. Для того чтобы иметь возможность организовывать параллельную работу над одной задачей, целесообразно разбивать ее на этапы. На выполнение каждого этапа в таком случае может быть назначен только один сотрудник. Вещественными результатами работы сотрудника являются артефакты. На схеме 1 изображена разработанная структура задачи.

Для контроля процесса выполнения артефактов на протяжении работы над этапом используются контрольные точки. Контрольные точки разделены на 3 типа в зависимости от их назначения: подтверждение о начале работы, напоминание об обязанности и отчет о достигнутом результате. Контрольная точка типа Подтверждение о начале работы устанавливается в начале работы над этапом и служит для получения подтверждения от сотрудника о том, что он знает о факте назначения на него некоторого этапа задачи и приступил к его выполнению. Контрольная точка типа Напоминание об обязанности используется для напоминания сотруднику о необходимости выполнения некоторого артефакта и получения информации от сотрудника, что он помнит об этой обязанности. Контрольная точка типа Отчет о достигнутом результате используется для получения информации от сотрудника о готовности артефакта. Для уточнения специфики выполняемой задачи служат дополнительные характеристики. Их перечень определяется в базе знаний экспертом, затем при определении задачи субъект управления может выбрать нужные характеристики и указать их значения. На схеме 2 представлено определение контрольной точки и дополнительной характеристики.

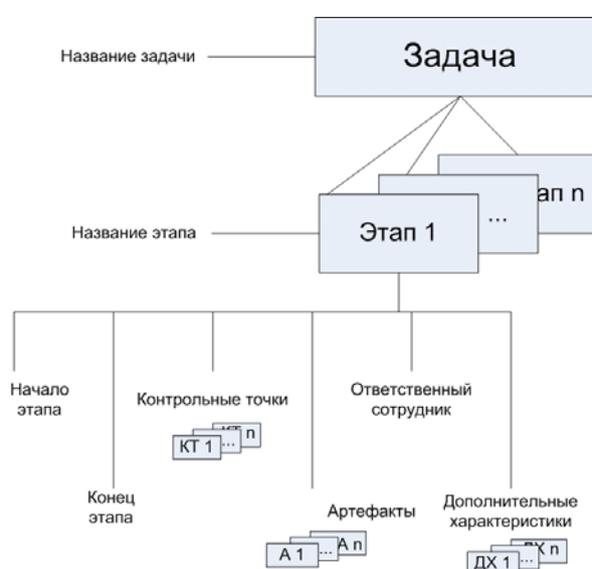


Схема 1. Определение задачи

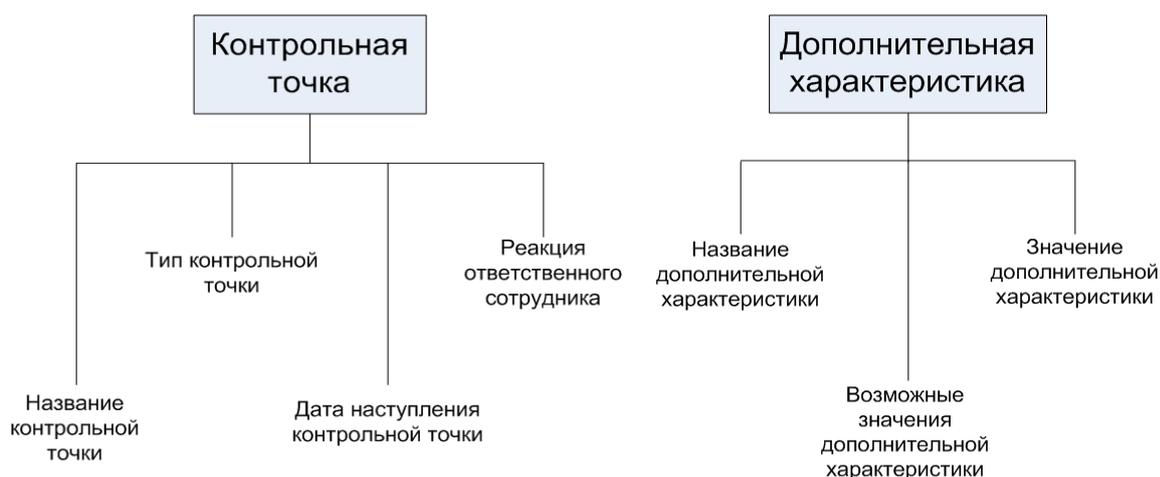


Схема 2. Определение контрольной точки и дополнительной характеристики

Процесс расстановки контрольных точек зависит от характеристик задачи и сотрудника, который назначен на выполнение этой задачи. Стратегия распределения контрольных точек на протяжении выполнения этапа определяется выбранным методом мониторинга. Были определены следующие методы мониторинга: Редкий контроль, Периодический контроль, Частый контроль. **Редкий контроль** включает в себя контроль выполнения задачи в моменты реализации артефактов, а также подтверждение о начале работы. **Периодический контроль** включает в себя контроль выполнения задачи в моменты реализации артефактов, а также использование напоминаний об обязанности перед половиной от общего числа реализаций артефактов. **Частый контроль** включает в себя контроль выполнения задачи в моменты реализации артефактов, подтверждение о начале работы, а также использование напоминаний об обязанности перед каждой реализацией артефактов. Контроль по завершении включает в себя контроль выполнения задачи в моменты реализации артефактов.

Для каждого типа контрольных точек используются различные методы определения новых контрольных точек. Рассмотрим каждый из методов в отдельности.

Подтверждение о начале работы. Контрольные точки этого типа расставляются с начала этапа задачи до середины отрезка от начала выполнения этапа до времени реализации первого артефакта (время X на схеме 3 – это максимальное время для контрольной точки этого типа). Каждая новая контрольная точка устанавливается в середину отрезка от времени последней контрольной точки этого типа (время T на схеме 3) до максимального времени контрольной точки этого типа (время X). При этом новые контрольные точки устанавливаются до тех пор, пока контрольная точка не завершится успешным результатом или не будет достигнуто максимальное число контрольных точек этого типа для выбранного метода мониторинга. На схеме 3 изображен процесс установки новой контрольной точки типа Подтверждение о начале работы после того, как первые 2 точки не завершились успешным результатом.



Схема 3. Установка контрольной точки типа Подтверждение о начале работы

Напоминание об обязанности. Контрольные точки этого типа расставляются с середины отрезка (время X на схеме 4) от времени выполнения предыдущего артефакта (либо начала этапа, если предыдущие артефакты отсутствуют) до времени реализации этого артефакта. Каждая новая контрольная точка устанавливается в середину отрезка от времени последней контрольной точки этого типа (время T на схеме 4) до времени реализации этого артефакта. При этом новые контрольные точки устанавливаются до тех пор, пока контрольная точка не завершится успешным результатом или не будет достигнуто максимальное число контрольных точек этого типа для выбранного метода мониторинга. На схеме 4 изображен процесс установки новой контрольной точки типа Напоминание об обязанности для артефакта Артефакт №1 после того, как первые 2 точки не завершились успешным результатом.

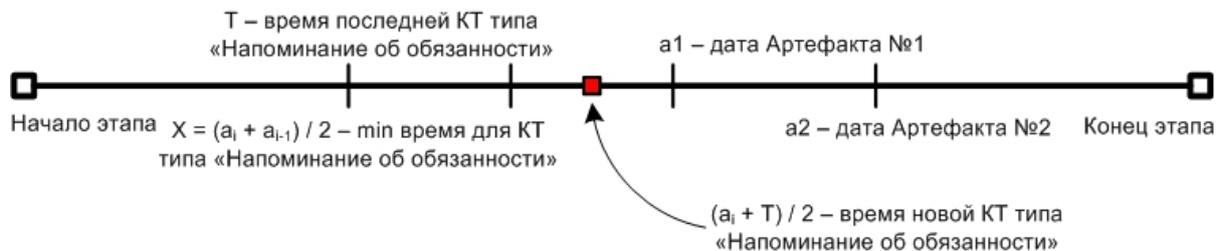


Схема 4. Установка контрольной точки типа Напоминание об обязанности

Отчет о достигнутом результате. Контрольные точки этого типа расставляются со времени реализации артефакта до середины отрезка от времени реализации артефакта до времени реализации следующего артефакта (либо конец этапа, если следующего артефакта не существует) (время X на схеме 5 – это максимальное время для контрольной точки этого типа). Каждая новая контрольная точка устанавливается в середину отрезка от времени последней контрольной точки этого типа (время T на схеме 5) до максимального времени контрольной точки этого типа (время X). При этом новые контрольные точки устанавливаются до тех пор, пока контрольная точка не завершится успешным результатом или не будет достигнуто максимальное число контрольных точек этого типа для выбранного метода мониторинга. На схеме 5 изображен процесс установки новой контрольной точки типа Отчет о достигнутом результате для артефакта Артефакт №1 после того, как первые 2 точки не завершились успешным результатом.

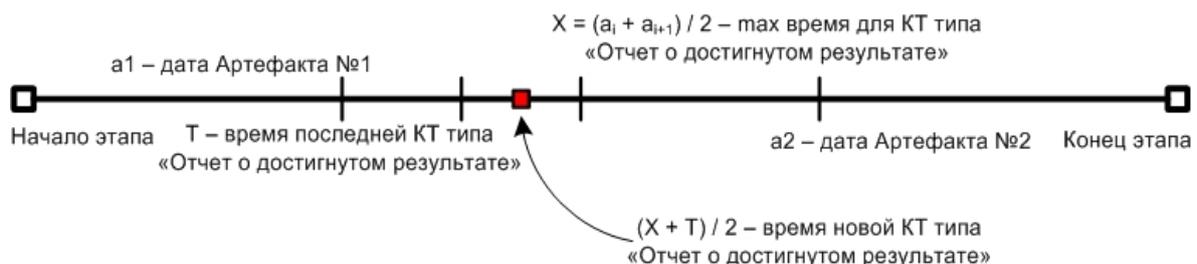


Схема 5. Установка контрольной точки типа Отчет о достигнутом результате

На основании результатов, полученных от сотрудника при прохождении контрольных точек, а также используя характеристики сотрудника, подсистема выполняет свою последнюю задачу – определение возможной ненадежности. При этом сначала производится анализ результатов, полученных на протяжении этапа. Были выделены следующие возможные результаты прохождения контрольных точек для каждого из типов контрольных точек:

1. Подтверждение о начале работы:

- был ответ сразу (сотрудник положительно ответил на первую контрольную точку этого типа)
- был ответ не сразу (сотрудник ответил положительно, но не на первую контрольную точку этого типа, а на одну из повторных)

– не было ответа (сотрудник не ответил положительно ни на одну из контрольных точек этого типа)

2. Напоминание об обязанности:

– всегда отвечает вовремя (на все контрольные точки этого типа были получены положительные ответы)

– не всегда отвечает вовремя (количество положительных ответов превосходит количество отрицательных)

– практически не отвечает (количество положительных ответов меньше количества отрицательных)

3. Отчет о достигнутом результате:

– все выполнены вовремя (все артефакты готовы и на все контрольные точки были получены положительные ответы)

– не все выполнены вовремя (все артефакты готовы, но не всегда на контрольные точки были получены положительные ответы)

– есть невыполненные (есть неготовые артефакты, но их меньше, чем готовых)

– почти все не выполнены (есть неготовые артефакты и их больше, чем готовых).

Функции подсистемы планирования и определения ненадежностей

Подсистема планирования и определения ненадежностей включает в себя следующие составляющие:

1. Редактор знаний о характеристиках, методах мониторинга, контрольных точках и ненадежностях
2. Экспертный модуль системы, в котором реализованы методы для определения метода мониторинга, расстановки контрольных точек и определения ненадежностей

Редактор знаний позволяет эксперту:

1. Добавлять новые, редактировать или удалять существующие дополнительные характеристики задачи
2. Определять возможные значения дополнительных характеристик задачи
3. Определять приоритеты методов мониторинга в зависимости от структуры управления
4. Определять множество дополнительных характеристик задачи и характеристик сотрудника, характерных для каждого метода мониторинга, и множество их значений
5. Определять максимальное число контрольных точек в зависимости от их типа и выбранного метода мониторинга
6. Определять приоритеты ненадежностей в зависимости от структуры управления
7. Определять множество типов контрольных точек, характерных для каждой ненадежности, и множество реакций сотрудника для этих типов контрольных точек
8. Определять множество характеристик сотрудника, характерных для каждой ненадежности, и множество их значений

Экспертный модуль системы:

1. Определяет подходящий метод мониторинга, исходя из значений дополнительных характеристик задачи и характеристик ответственного сотрудника
2. При наличии нескольких подходящих методов мониторинга считает подходящим тот метод, который обладает наибольшим приоритетом для данной структуры управления
3. Определяет множество контрольных точек на основании выбранного метода мониторинга
4. Учитывает максимальное число контрольных точек, принятое для данного метода мониторинга; определение новых контрольных точек происходит с учетом уже существующих контрольных точек

5. Определяет ненадежность, которую проявляет ответственный сотрудник, исходя из значений дополнительных характеристик задачи, значений характеристик сотрудника и реакций сотрудника на прошедшие контрольные точки

6. При наличии нескольких возможных ненадежностей считает проявившейся ту, которая обладает наибольшим приоритетом для данной структуры управления

Заключение

В ходе данной работы проанализированы основные подходы к интеллектуальному управлению людьми и процессу планирования профессиональной деятельности.

При составлении плана и управления процессом решения задачи оцениваются характеристики задачи и сотрудника, выполняющего эту задачу. Выделено множество методов мониторинга, которые определяют стратегию распределения контрольных точек на протяжении срока выполнения этапа. В статье описаны возможные результаты прохождения контрольных точек, используемые для определения ненадежностей. Ненадежности, которые могут проявляться в процессе деятельности людей, определяются на основании собранной информации от ответственного сотрудника, а также характеристик задачи и сотрудника.

Следует заметить, что реализованная подсистема мониторинга выполнения плана и определения ненадежностей позволяет обрабатывать данные об одной задаче, не учитывая влияние и зависимости взаимосвязанных задач. Также подсистема позволяет назначать единственного сотрудника на каждый из этапов задачи.

Помимо этого, не менее важной проблемой в процессе планирования, не имеющей автоматизированного решения, является задача формирования коллектива. Эта задача заключается в подборе наиболее оптимального состава персонала в зависимости от выполняемой работы. При решении задачи формирования коллектива следует учитывать соответствие сотрудника и выполняемой им работы. Для определения такого соответствия необходимо, с одной стороны, установить требования, предъявляемые к конкретной работе, а с другой - принять во внимание личные качества сотрудников. Отсутствие автоматизированных систем, позволяющих решать задачу формирования коллектива, позволяет говорить, о возможности дальнейшего развития разработанной интеллектуальной системы управления.

Благодарности

Статья частично финансирована из проекта **ITHEA XXI** Института Информационных теории и Приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.ithea.org, www.foibg.com).

Литература

[Ryabtsev, 2008] T.V. Ryabtsev, E.I. Antonova. The Model of Unreliable Elements (Human Resources) Intellectual Management System on the Basis of Their Psychological and Personal Characteristics. In "Information Technologies and Knowledge" International Journal, Bulgaria, Varna, Vol.2 / 2008, p.394-399

Информация об авторах

Илья Васильев, Елена Антонова – Дальневосточный государственный университет, Институт математики и компьютерных наук, Адрес: 690048, Россия, Владивосток, проспект 100летия Владивостока, 133 - 56; e-mail: vasyhin@list.ru

ПОДСИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТОДОВ МОТИВАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Юлия Гуракова, Елена Антонова

Abstract: The article tells about implementation of intellectual management system and motivation methods definition subsystem. The article emphasizes problems of decreasing "unreliability" of management elements and selection of optimal motivation methods of activity each employee taking into account personal characteristics and psychological features. The motivation methods definition subsystem selects such motivation methods which have been based on specific features of employees. The Article describes some aspects, which were used for subsystem developing.

Keywords: The Theory of Unreliable Elements, Knowledge Systems, Intelligent Control.

ACM Classification Keywords: I.2 Artificial Intelligence

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

При решении задач управления коллективом необходимо добиться выполнения поставленных перед сотрудниками заданий в срок, снижая "ненадёжность". Под "ненадёжностью" следует понимать психологические и физические особенности людей, которые могут оказывать неблагоприятное влияние на эффективное функционирование предприятия. Примеры возможного проявления "ненадёжности" сотрудника: "лень", "нежелание", "забычивость", "утомление", "незнание" и другие.

В системах, где в качестве объектов управления выступают люди с присущими личностными и психологическими особенностями, управление затруднено в связи с наличием фактора «ненадежности» со стороны элементов управления. Для повышения эффективности управления необходимо максимально учитывать факторы ненадежности элементов управления и предпринимать необходимые меры, чтобы понизить присущую им "ненадежность". Даже в самом маленьком коллективе можно выделить людей, относящихся к разным психологическим типам. Вполне очевидно, что каждый из них требует особой мотивации.

В современных системах управления предприятиями одной из важнейших подсистем является подсистема управления персоналом, которая автоматизирует многие функции кадровой работы. Однако современные подсистемы управления персоналом слишком универсальны, они не учитывают особенности конкретного сотрудника. Для того чтобы сотрудник не проявил "ненадежность", его необходимо мотивировать. В связи с этим актуальна разработка и реализация модели интеллектуального управления на основе личностных характеристик и психологических особенностей личности. Практическая значимость интеллектуальной подсистемы определения методов мотивации состоит в выборе эффективных методов мотивации, адаптированных к конкретной личности.

Описание ИСУ

В состав разработанной системы интеллектуального управления входят следующие подсистемы:

- Подсистема интеллектуального планирования;
- Интеллектуальная подсистема определения методов мотивации;
- Подсистема определения метода мотивации на основе исторического анализа;

- Подсистема применения процедур на основе методов мотивации;
- Подсистема интеллектуального анализа реакции на мотивацию;
- Подсистема взаимодействия с пользователем.

Одной из подсистем интеллектуальной системы управления является подсистема определения методов мотивации (Рис. 1). Эта подсистема должна решать задачу определения методов мотивации на основе личностных характеристик и психологических особенностей личности, структуры управления, учитывая возможные проявления “ненадежности”.

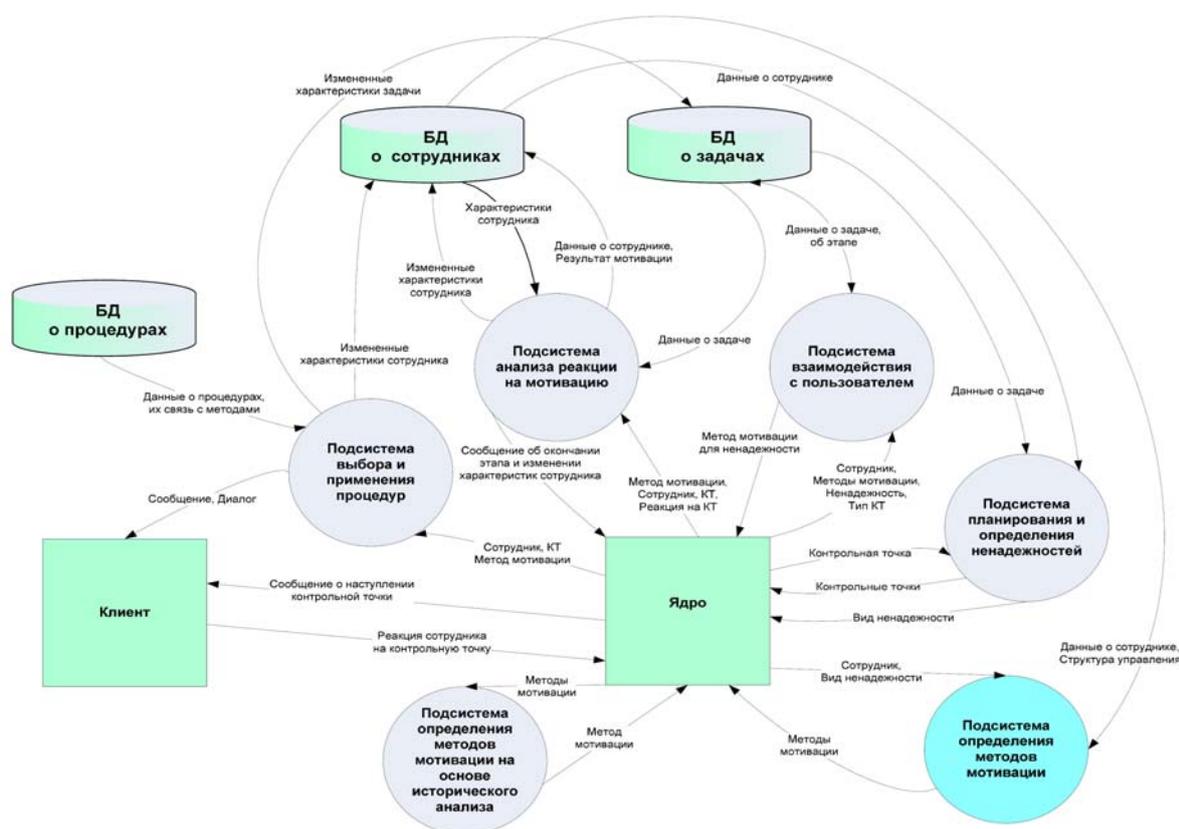


Рис. 1. Подсистема определения методов мотивации в интеллектуальной системе управления.

Описание подсистемы определения методов мотивации

В настоящее время широко известны методы мотивации коллектива, которые направлены на то, чтобы сотрудники выполняли задания с максимальной отдачей. Мотивирование даст результаты, если сотрудники получат признание за свой вклад в результаты работы. Личностные качества определяют внутренний мир сотрудника, который достаточно стабильно отражается в процессе трудовой деятельности и является неотъемлемой частью социологии личности. Каждый человек обладает суммой определенных свойств, своим интеллектуальным, творческим и психофизиологическим потенциалом, поэтому методы мотивации должны подбираться индивидуально. Методы мотивации могут быть самыми разнообразными: как повышение заработной платы, выплата премий за успешное выполнение заданий, так и предоставление сотрудникам права принимать решения, касающихся хода и результатов работы.

Интеллектуальная подсистема определения метода мотивации включает:

- определение роли каждого человека в коллективе на основе трудовых, а также личностных и психологических особенностей личности;

- определение подходящего метода мотивации для конкретного человека и вида ненадёжности в зависимости от занимаемой сотрудником роли и структуры управления в организации.

Для успешной деятельности предприятия важным является правильное построение роли в коллективе в зависимости от личностных и психологических особенностей, определение её сущности и задач в системе управления. В зависимости от занимаемой сотрудником роли необходимо использовать методы мотивации, которые помогут сотрудникам работать с большим энтузиазмом, а компании — сэкономить средства.

На основе анализа предметной области "Управление персоналом" была построена ее математическая модель. Одними из составляющих модели являются человек и структура управления [Ryabtsev, 2008].

В интеллектуальной системе управления человек представлен как объект управления, который характеризуется своей ролью в коллективе, трудовыми качествами, личностными и психологическими особенностями, а также "ненадёжностью", для снижения которой его необходимо мотивировать (Рис. 2).



Рис. 2. Модель человека.

В организациях на каждом этапе управления вместе с выделением объектов на выполнение задач и сроков выполнения, определяются также и критические точки, по наступлению которых следует предпринимать тот или иной метод мотивации в зависимости от конкретного проявления ненадежности. Также в каждой организации применяется та или иная структура управления, которая накладывает ограничения на использование возможных методов мотивации (Рис. 3).



Рис. 3. Модель структуры управления.

В интеллектуальной подсистеме определения методов мотивации подходящие сотруднику методы мотивации определяются как пересечение множеств:

- методов мотивации для вида ненадежности;
- методов мотивации для роли человека;
- методов мотивации для структуры управления.

Технический проект подсистемы определения методов мотивации

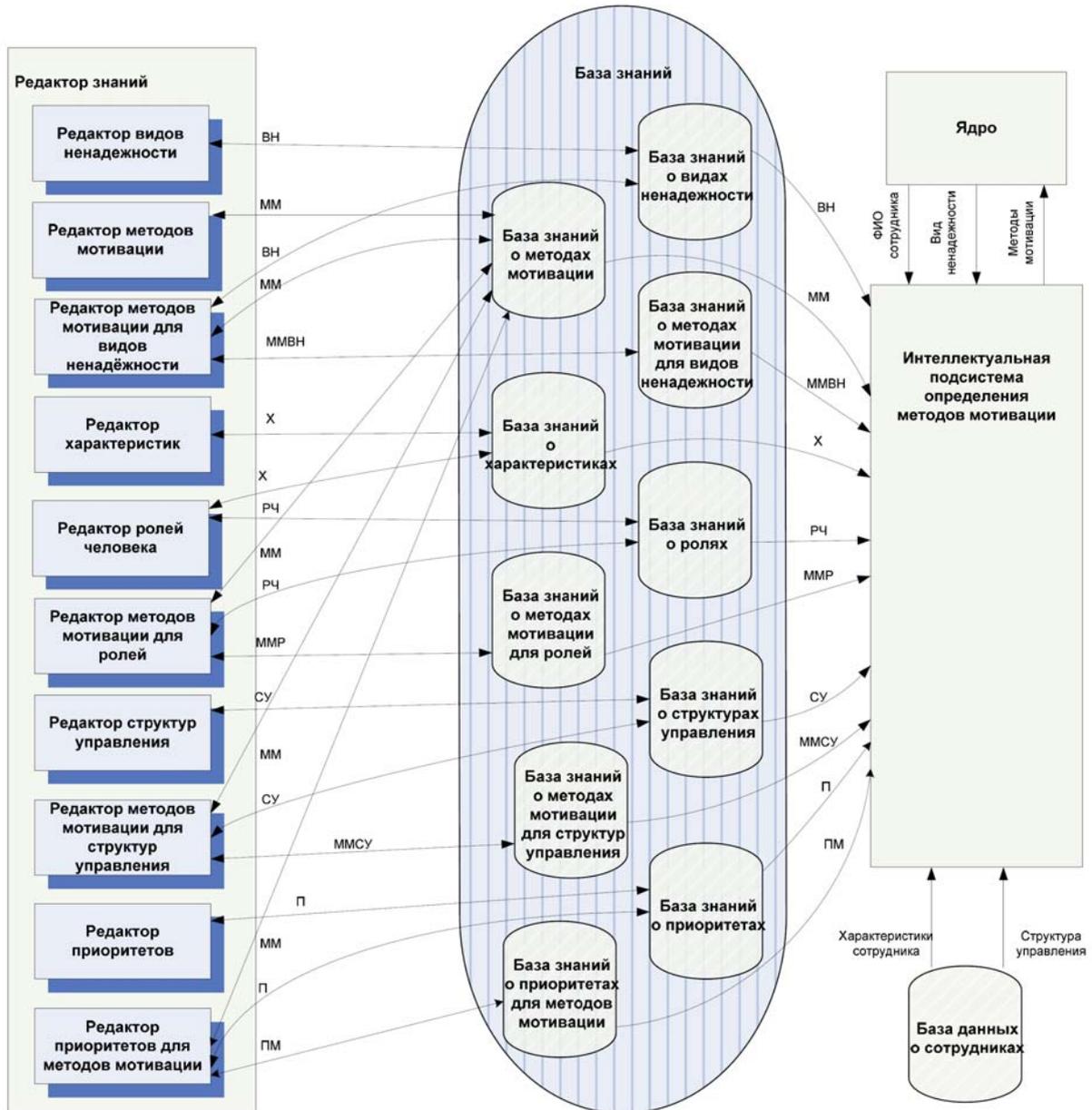


Рис. 4. Проект подсистемы определения методов мотивации.

Легенда:

ВН – Информация о видах ненадежности

ММ – Информация о методах мотивации

ММВН – Информация о методах мотивации, подходящих для вида ненадежности

Х – Информация о характеристиках

РЧ – Информация о ролях человека

ММР – Информация о методах мотивации, подходящих для роли человека

СУ – Информация о структурах управления

ММСУ – Информация о методах мотивации, подходящих для структуры управления

П – Информация о приоритетах

ПМ – Информация о приоритетах для методов мотивации

Интеллектуальная система определения методов мотивации состоит из редактора знаний: ролей человека, характеристик, методов мотивации, видов ненадежности, структур управления, методов мотивации для ролей, методов мотивации для видов ненадежности, методов мотивации для структур управления, приоритетов, приоритетов для методов мотивации, и программы определения методов мотивации (Рис. 4).

На входе подсистемы определения методов мотивации - ФИО сотрудника и его характеристики, структура управления, а также проявившийся вид ненадежности, полученный подсистемой планирования и определения ненадежностей; на выходе – множество методов мотивации (Рис. 1). База знаний (БЗ) – система баз знаний эксперта в области управления персоналом, которую наполняет эксперт с помощью редактора базы знаний. База данных о сотрудниках – база данных, содержащая информацию о сотрудниках, их характеристиках и применяемой к ним структуре управления. Ядро – программная система, обеспечивающая взаимодействие всех подсистем.

Функции подсистемы определения методов мотивации

Подсистема определения методов мотивации включает в себя следующие составляющие:

- Редактор знаний о ролях человека, характеристиках, методах мотивации, ненадежностях, структурах управления;
- Решатель, определяющий подходящие методы мотивации на основе личностных и психологических особенностей личности, виде ненадежности и структуры управления с участием эксперта предметной области.

Редактор знаний позволяет эксперту:

1. Добавлять новые и удалять характеристики.
2. Добавлять новые и удалять значения характеристик.
3. Добавлять новые и удалять виды ненадежности.
4. Добавлять новые и удалять методы мотивации.
5. Добавлять новые и удалять приоритеты методов мотивации.
6. Для методов мотивации определять приоритеты.
7. Для видов ненадежности определять подходящие методы мотивации.
8. Добавлять новые и удалять структуры управления.
9. Для структур управления определять подходящие методы мотивации.
10. Добавлять новые и удалять роли в коллективе.

11. Для каждой роли человека определять характеристики и их значения.
12. Для каждой роли человека определять подходящие методы мотивации.
13. Добавлять новых и удалять сотрудников.
14. Для каждого сотрудника определять характеристики и их значения.
15. Для каждого сотрудника определять структуру управления.

Экспертный модуль системы:

1. Определяет подходящие методы мотивации по заданным характеристикам, структуре управления и виду ненадежности сотрудника.
-

Заключение

В статье описана “Интеллектуальная подсистема определения методов мотивации”, выявлены функции подсистемы, представлен технический проект данной подсистемы и проект интеллектуальной системы управления.

“Интеллектуальная подсистема определения методов мотивации” интегрирована в интеллектуальную систему управления. Данная подсистема помогает пользователю при решении задачи мотивации персонала, позволяет редактировать знания, используемые в ходе решения задачи. “Интеллектуальная подсистема определения методов мотивации” может быть полезна как эксперту в области управления персоналом, так и новичку в данной предметной области. Базу знаний и функциональные возможности подсистемы определения методов мотивации, имеющиеся на данный момент, также можно использовать в качестве основы для дальнейших разработок в данной области.

Благодарности

Статья частично финансирована из проекта **ITHEA XXI** Института Информационных теории и Приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.ithea.org, www.foibg.com).

Источники литературы

[Ryabtsev, 2008] T.V. Ryabtsev, E.I. Antonova. The Model of Unreliable Elements (Human Resources) Intellectual Management System on the Basis of Their Psychological and Personal Characteristics. In "Information Technologies and Knowledge" International Journal, Bulgaria, Varna, Vol.2 / 2008, p.394-399

Информация об авторах

Гуракова Юлия, Антонова Елена Ивановна – Дальневосточный Государственный Университет, Институт Математики и Компьютерных Наук, Почтовый индекс: 690089, ул. Ульяновская 10 - 114, Россия, Владивосток; e-mail: violetta_2002@mail.ru

О КОМПЬЮТЕРНОЙ МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ СИСТЕМЫ БАЗОВЫХ ПОНЯТИЙ, СФОРМИРОВАВШЕЙСЯ У СТУДЕНТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КУРСА

Евгений Еремин

Abstract: *This paper considers the experimental research of interconnections between the basic concepts, formed after learning of the educational course. The special computer technique for estimation of students' knowledge entirety was developed and successfully tested. New original mode of experimental data visualization is proposed. Several interesting pedagogical regularities were found by means of checking how students have digested the main concepts of the course.*

Keywords: *entirety, concept, knowledge structure, education, course.*

ACM Classification Keywords: *K.3.1 Computer Uses in Education; I.2.6 Learning – Knowledge acquisition.*

Conference: *The paper is selected from Fourth International Conference "Modern (e-) Learning" MeL 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009*

Введение

Во всех книгах по педагогике, начиная с трудов ее классиков и кончая современными учебниками, систематичность и последовательность всегда отмечаются в качестве важнейших основополагающих принципов образования. «Человек только тогда обладает настоящим и действительным знанием, когда в его мозгу отражается четкая картина внешнего мира, представляющая систему взаимосвязанных понятий;... если не соблюдать системы и последовательности в обучении, то процесс развития учащихся замедляется.» [1] При этом подчеркивается, что «сформировавшаяся система знаний – важнейшее средство предотвращения их забывания. Забытые знания быстро восстанавливаются в системе, без нее – с большим трудом. ... Не забывайте совет Я.А. Коменского: все должно вестись в неразрывной последовательности, так, чтобы все сегодняшнее закрепляло вчерашнее и пролагало дорогу для завтрашнего.»

Известный российский преподаватель А.Г. Кушниренко, который является автором нескольких учебников по информатике, обобщил идеи о необходимости единства всего процесса обучения следующим емким и точным тезисом: учащиеся должны «освоить такой минимум знаний, накопленных человечеством, который позволяет составить целостное представление об окружающем мире, природе и обществе» [2].

Взаимосвязь системы понятий каждого конкретного учебного курса во многом определяет успешность обучения, а целостность учебного материала всегда называется в качестве обязательного педагогического требования. Так в работе [3], рассматривающей дидактические проблемы отбора научных знаний в учебник, целостность содержания курса выделяется в качестве второго по значимости принципа (сразу после необходимости отражения в учебном предмете содержания науки). Приведем более подробную цитату: «При конструировании научно-предметного содержания надо ориентироваться на целостность его отражения в учебнике. ... Целостность всего курса реализуется в научной картине мира. Целостность отражения разных элементов знаний реализуется через их состав и структуру.»

Для однозначности предмета обсуждения договоримся под **целостностью системы понятий** преподаваемого курса понимать наличие принципиально важных связей между всеми его базовыми категориями. Из данного определения с очевидностью вытекает, что те студенты, которые видят большее количество ассоциаций между изучаемыми терминами, имеют большую степень целостности знаний, и, следовательно, лучше усвоили данный учебный курс.

В данной работе сделана попытка экспериментальным путем исследовать у студентов структуру взаимосвязи понятий по курсу «Архитектура ЭВМ». Разработана и опробована компьютерная методика, позволяющая оценить степень связанности базовых понятий, которые сформировались у них в ходе изучения материала. Предложен и опробован ряд количественных критериев, характеризующих целостность знаний; описан новый комплексный способ графического представления результатов исследования. Выявлены некоторые педагогические особенности усвоения студентами системы базовых понятий курса.

Общая схема исследования системы понятий

Для определения целостности системы понятий курса «Архитектура ЭВМ», изучаемого студентами нашего университета, была разработана и реализована следующая стратегия.

1. Пользуясь существующими учебниками (см., например, книги [4-7]) и личным опытом преподавания [8], автором был сформирован список системы базовых понятий и терминов. Предполагалось, что именно степень усвоения данного набора понятий во многом свидетельствует об успешности изучения курса.
2. Опираясь на те же источники, между элементами списка были зафиксированы наиболее важные связи. Данная часть работы носила в основном оценочный характер и имела целью представить себе ту картину, к которой должен подойти (или стремиться подойти) добросовестный студент. Результаты проведенного анализа и систематизации содержания курса были отражены в публикациях автора [9, 10].
3. Была написана компьютерная программа, назначение которой состояло в том, чтобы проверить имеющиеся у студентов ассоциации между понятиями и зафиксировать их в виде файла, пригодного для дальнейшего компьютерного анализа. Программа использовала в качестве входных данных список терминов, полученный в результате выполнения пункта 1, и список связей, выработанный в ходе анализа в пункте 2.
4. Другая компьютерная программа позволяла преподавателю-экспериментатору проанализировать результаты проверки знаний студентов, которые были получены на предыдущем этапе, и выдать разнообразную статистику. Позднее программная часть была расширена для получения графического представления полученных данных.

Рассмотрим теперь особенности каждого из этапов работы более подробно.

Методика организации эксперимента

Список базовых понятий курса архитектуры, использованный в качестве экспериментальной базы, содержал более 120 терминов. В него были отобраны как наиболее общие понятия – *компьютер, программная и аппаратная часть, теоретические основы*, так и более конкретные термины, раскрывающие их, например, *операционная система, процессор, память, прямой доступ к памяти, принцип иерархии, байт* и многие другие. В список также вошли термины, реализующие межпредметные связи, например, с микроэлектроникой, логикой и системами счисления. С другой стороны, в перечень

терминов сознательно не были включены названия конкретных операционных систем, внешних устройств и их производителей, а также другая подобная информация, которая является менее существенной с точки зрения изучения главных закономерностей курса. Используя стандартную терминологию, принятую в объектно-ориентированном программировании, можно сказать, что рассматривались классы понятий, но не их экземпляры.

Таким образом, был выделен достаточно широкий перечень базовых понятий, которые с точки зрения преподавателя должен знать и понимать грамотный студент. Перечень получился весьма объемным, так что впоследствии при проведении эксперимента оказалось, что реальные студенты активно использовали в своих ответах немногим более половины предложенного списка.

Следующим шагом были проанализированы **связи между отобранными терминами**. Нетривиальный результат состоял в том, что удалось обойтись весьма ограниченным набором связей. В него вошли стандартные отношения между понятиями, например, *часть/целое* или *класс/подкласс*, а также некоторые специфические для курса связи вроде *основание (принципы иерархии и адресации – основание – память, программный счетчик – основание – основной алгоритм исполнения инструкции)* или *соединение*. Полная таблица связей с конкретными примерами для каждой приведена в публикациях [9, 10]: она состоит всего из 11 базовых ассоциаций.

Опубликованные ранее результаты анализа содержания курса представляют самостоятельный интерес. С точки зрения данной работы, сформированные списки являются исходной информацией, которая будет использоваться в ходе проверки целостности знаний студентов в изучаемой предметной области. Поскольку проверка будет проводиться в компьютеризированном варианте, списки базовых понятий и связей, которые служат входными данными для контролирующей программы, представлялись в виде двух текстовых файлов.

Перейдем теперь к описанию **компьютерной программы проверки знаний студентов**. Она создана в среде программирования Delphi и является достаточно простой. Имеется три списка (см. рис. 1), пользуясь которыми студент формирует связь вида

термин 1 – связь – термин 2

(например, *процессор – часть/целое – регистр*, что легко расшифровать как фразу «процессор и регистр связаны отношением часть/целое» или, точнее говоря, «регистр есть часть процессора»). Сформировав очередную связанную пару, студент фиксирует ее путем нажатия на управляющую кнопку «Запомнить». При этом сконструированный текст добавляется в многострочное текстовое поле, которое расположено в нижней части окна.

Помимо загруженного из файла заранее подготовленного перечня ассоциаций, в программу заложена потенциальная возможность ввести дополнительный (не предусмотренный автором) вид связи между понятиями, для чего в окне имеется переключатель и поле для ввода нового названия. Как показал эксперимент, студенты не пользовались данной альтернативой, предпочитая выбирать тип связи из имеющегося списка.

Когда работа закончена, студент сохраняет набранные результаты в виде текстового файла, предназначенного для дальнейшего компьютерного анализа. Отметим, что тестирование знаний проводилось дважды – перед изучением курса и после него: цель состояла в попытке сравнения этих результатов для оценки эффективности освоения курса.

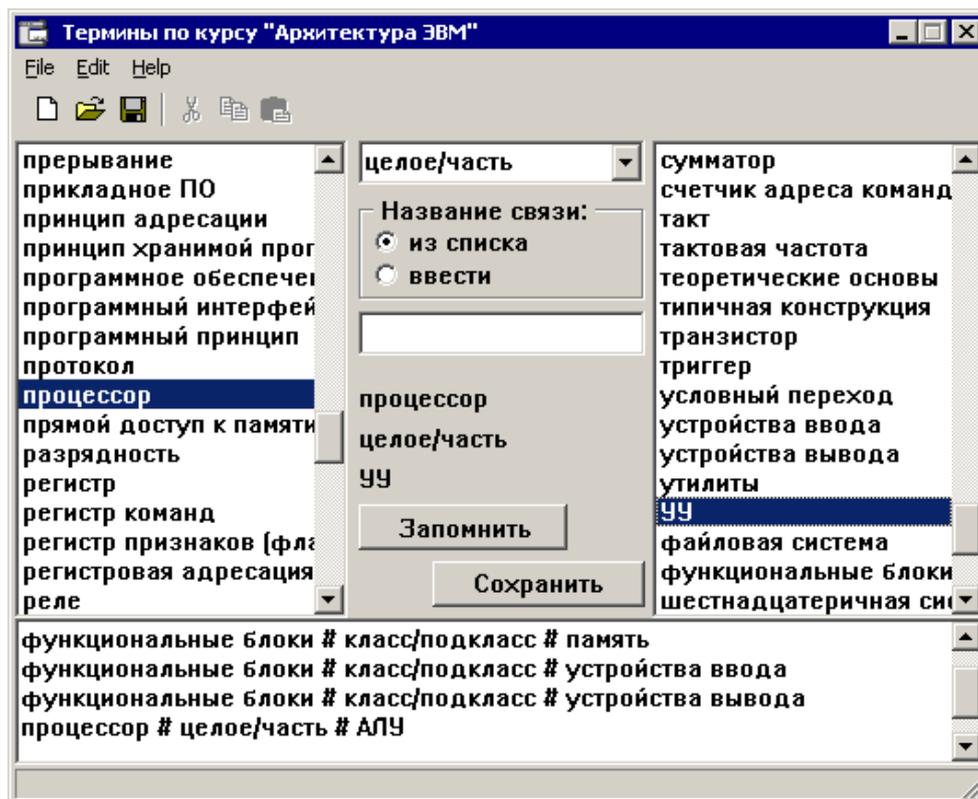


Рис. 1

Наконец, на последнем этапе полученные текстовые файлы с результатами подвергались **компьютерной обработке другой программой**. Ее главной целью являлось выявление связанных групп понятий для каждого студента. Например, встретив в файле связи *функциональные блоки – класс/подкласс – процессор*, *функциональные блоки – класс/подкласс – память*, *функциональные блоки – класс/подкласс – устройства ввода* и *функциональные блоки – класс/подкласс – устройства вывода* программа объединяла все пять фигурирующих в них понятий в одну группу. К этой же группе позднее добавлялись другие понятия: например, связи *процессор – часть/целое – АЛУ* и *процессор – часть/целое – УУ* присоединяли к этой группе еще два термина - арифметико-логическое устройство и устройство управления.

В идеале все понятия курса взаимосвязаны, что подтверждал тестовый запуск программы, в котором ей «предъявлялся» тщательно подготовленный авторский файл, построенный по полным результатам публикаций [9, 10]. Эксперимент показал, что реальные студенческие файлы представляли собой более разрозненную картину, состоящую из некоторого количества изолированных групп понятий, причем отдельные группы были очень малы. Отметим, что чем выше степень фрагментации, тем более «обрывочны» знания студента.

Непосредственная экспериментальная проверка степени целостности системы понятий проводилась следующим образом.

Оценивались знания студентов третьего курса физического факультета при изучении курса «Архитектура ЭВМ». Контроль проводился дважды: в начале и в конце семестра, то есть до и после изучения курса. К сожалению, количество студентов, изучавших курс и принявших участие в эксперименте, было невелико. Некоторые студенты по уважительной причине пропустили одно из тестирований, так что их результаты оказались неполными и не могли быть учтены.

Чтобы искусственно не улучшить результаты, студентам не сообщалось, что целью эксперимента является выявление целостности системы понятий. Говорилось просто, что у них проверяется степень усвоения материала. В инструктаже предлагалось не столько задумываться над тем, как именно будут оцениваться результаты, сколько стараться максимально полно отразить свои знания.

Поскольку студентам не рассказывалось ранее о типах связей между понятиями, им предлагалось перед началом работы ознакомиться со специальной таблицей, в которую были сведены все одиннадцать понятий с многочисленными примерами на каждое. Результаты показали, что этого было недостаточно, и студенты плохо различали типы связей. Часто они путали даже классические *часть/целое* и *класс/подкласс*, не говоря уже об остальных видах связей. Поскольку с точки зрения цели эксперимента – общей оценки связности системы понятий, конкретные разновидности связей не так важны, было принято решение на начальном этапе экспериментов пренебречь ошибками в этой части задания и просто фиксировать факт наличия связи. Данное упрощение методики заметно облегчало процесс обработки и анализа результатов.

Время на выполнение задания не ограничивалось, работа завершалась индивидуальным образом по желанию студента. По-видимому, это вносило элемент неопределенности в методику, так как некоторые студенты действительно указывали все связи, которые знали, а другие просто уставали и завершали работу. Выполнение задания в среднем занимало у студентов около часа. По наблюдениям за процессом компьютерной проверки, реакция студентов на выполняемую работу была весьма нейтральной («вот и еще одно задание получили»), и особых затруднений сама процедура проверки не вызывала.

Обсуждение результатов

Как следует из изложенной выше методики проведения эксперимента, его результатом является текстовый файл, состоящих из пар понятий, объединенных друг с другом связью некоторого типа. Выше уже отмечалось, что на данном этапе исследования тип связи не учитывался. Для обработки итоговых файлов была написана специальная программа, которая объединяла связанные понятия в группы и затем вычисляла те или иные статистические характеристики.

Рассмотрим, какие именно величины можно попробовать принять за характеристики степени целостности системы понятий у студента.

В качестве первичных параметров очевидным образом возникает *общее количество терминов* и *общее количество связей* между ними, которые найдены в файле результатов конкретного студента. Их отношение, имеющее смысл *среднего количества связей на одно понятие*, также можно ввести в рассмотрение. Очевидно, что чем больше величина указанных показателей, тем лучше студент усвоил материал.

Еще одну группу параметров можно построить на базе распределения терминов по группам. Здесь предлагается *общее число групп понятий* (оно должно быть по возможности меньше, в идеале вообще все термины должны сформировать единственную группу) и *размер максимальной группы понятий* (этот показатель хочется видеть как можно больше). Дополнительно можно взять отношение общего числа терминов к числу групп, т.е. *средний размер группы*, который при хорошем усвоении курса ожидается получить большим.

Все перечисленные характеристики были вычислены для каждого из студентов, а затем сопоставлены для проверок, проведенных до начала курса и после его сдачи. Наиболее интересными оказались результаты для **среднего размера группы терминов**. К сожалению, ограниченное количество студентов,

участовавших в эксперименте, не позволяет с полной уверенностью утверждать, что данный показатель является наилучшей интегральной характеристикой процесса.

Диаграмма значений для выбранного показателя приведена на рис. 2. Рассмотрим ее содержимое подробнее.

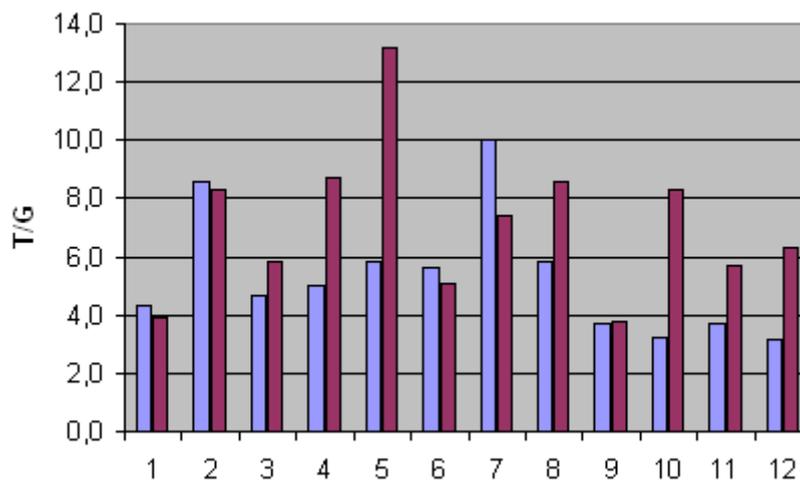


Рис. 2

На рисунке изображены результаты проверки целостности знаний у 12 студентов (точки на оси абсцисс помечены их условными номерами от 1 до 12). Вдоль оси ординат отложены столбцы, пропорциональные величинам среднего размера групп понятий, т.е. отношение полного числа терминов T к числу сформированных из них групп G . Столбик слева – это данные в начале освоения курса, а справа – после его завершения.

Важная особенность диаграммы состоит в том, что студенты на ней упорядочены в соответствии с некоторым рейтингом: критерием такого расположения явилось время сдачи всех практических заданий. При этом студенты, которые имеют меньшие номера, завершили курс раньше, т.е. продемонстрировали в ходе его освоения лучшие результаты. Субъективные наблюдения за ходом выполнения заданий и беседы, которые проводились при их приеме, подтверждают справедливость выбранного в качестве меры успешности критерия, по крайней мере, для данной группы студентов.

Теперь проанализируем величину среднего числа понятий в группе, а точнее, ее изменение в связи с завершением изучения курса. Из рисунка отчетливо видно, что у разных студентов характер изменения показателя весьма различен. У некоторых студентов (см., например, номера 1, 2, 6, 9) в результате прохождения курса показатели практически сохранили свои значения, зато у других (4, 5 и 10-12) они заметно выросли. Обращает на себя внимание следующая интересная особенность: у всех слабых студентов размер групп терминов вырос, т.е. связность их знаний улучшилась, а у самых сильных, напротив, изменения не очень существенны. По-видимому, последний факт можно интерпретировать как хорошую предварительную подготовку – студенты еще до начала курса имели определенное представление об архитектуре компьютера. К сожалению, имеющихся данных пока недостаточно для надежной фиксации замеченного наблюдения в качестве педагогической закономерности.

Обратим также внимание на числовую величину среднего размера группы. Как следует из рис. 2, лучший результат для изучаемой группы студентов приблизительно равен 13, тогда как в идеальном случае для использованного в эксперименте набора терминов (более 100) при единственной группе его величина также должна превышать указанное числовое значение.

Рассмотрим также еще одну – принципиально новую – форму визуального представления оценки целостности системы понятий, вид которой для той же самой группы студентов приведен на рис. 3.

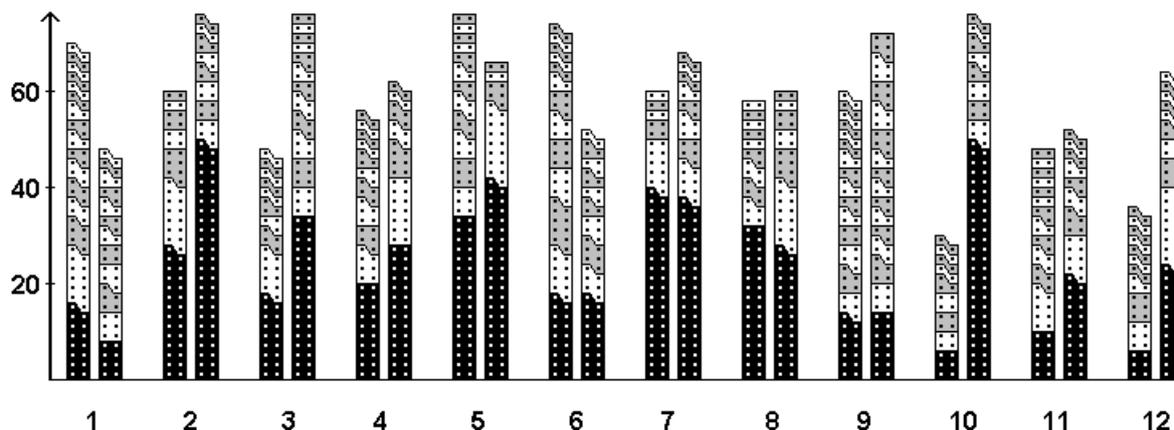


Рис. 3

Данная «пятнистая» диаграмма построена следующим образом. Каждая точка в столбце диаграммы – это одно понятие. Столбец разделен на полосы, которые являются графическим представлением сформировавшихся у студента групп понятий. Для улучшения наглядности группы имеют чередующуюся белую и серую окраску, а нижняя, самая большая, которая образует своеобразное базовое ядро курса, – черную. Нетрудно также заметить, что группы во всех столбцах упорядочены по величине, так что самая большая группа находится внизу, а самые маленькие, состоящие из 2-3 понятий – в верхней части столбика.

Таким образом, предлагаемая в данной работе комплексная визуальная форма представления информации сочетает в себе следующие сведения:

- высота столбика пропорциональна общему числу усвоенных понятий, которые имеют хотя бы одну связь с другими понятиями;
- количество разноцветных областей характеризует степень «разрозненности» (фрагментарности) системы понятий;
- размер групп связанных понятий (на рисунке характеризуется площадью соответствующих областей) также свидетельствует о целостности представлений в той или иной части курса;
- размер нижней, самой большой, области (на рис. 3 она выделена черным) отражает объем базового блока понятий курса.

Напомним, что в идеале диаграмма должна представлять однородный (состоящий из одной группы) столбик черного цвета, причем его высота для списка, применяемого в наших экспериментах, должна соответствовать более чем 120 терминам, т.е. почти вдвое выше, чем это получалось на практике.

Наконец, несколько практических выводов, которые можно сделать, глядя на рис. 3, по поводу успешности освоения курса студентами. Результаты студентов под номерами 4-9 и 11 (нумерация та же самая, как на рис. 2) выглядят слабо изменившимися в результате освоения курса, причем из этого списка студенты 4, 5 и 11 выделяются тем, что структура их диаграмм несколько улучшилась: количество полос уменьшилось, а их ширина, напротив, возросла. Зато студенты 2, 3, 10, 12 демонстрируют более заметное улучшение показателей. И еще одно наблюдение. У некоторых студентов высота столбиков, зависящая от количества вошедших в систему усвоенных понятий, после изучения курса немного уменьшилась, особенно для номеров 1 и 6. Можно предположить, что этот парадокс объясняется

стремлением выполнить повторное тестирование формально и быстрее получить зачет. Конечно, данное предположение нуждается в дальнейшей экспериментальной проверке.

Заключение

Разработана и реализована компьютерная методика, которая позволяет проводить экспериментальное исследование целостности системы базовых понятий конкретного учебного курса. Методика была опробована на примере изучения студентами курса «Архитектура ЭВМ» и продемонстрировала свою работоспособность. Для представления результатов в работе предложена оригинальная форма визуального представления данных, которая наглядно отражает структуру взаимосвязи понятий у студентов. В ходе исследования были получены некоторые предварительные педагогические результаты, например, об особенностях повышения целостности системы знаний у студентов с различным уровнем подготовки. Работы по совершенствованию методики исследования и более детальному изучению процесса формирования системы базовых понятий у студентов будут продолжены.

Благодарности

Статья частично финансированна из проекта **ITHEA XXI** Института Информационных теории и Приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.ithea.org, www.foibg.com).

Bibliography

1. И.П. Подласый. Педагогика: Новый курс. Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, Москва, 2002.
2. А.Г. Кушниренко. Несколько замечаний о школьной информатике в России 1998 года. Информатика ("Первое сентября"), N 16, 1998.
3. Л.Я. Зорина. Учебники по основам наук. В: Каким быть учебнику: Дидактические принципы построения. Ч.2. Москва, 1992.
4. Э. Таненбаум. Архитектура компьютера. Питер, Санкт-Петербург, 2003. (A.S. Tanenbaum. Structured computer organization. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1998)
5. К. Хамахер, З. Вранешич, С. Заки. Организация ЭВМ. Питер, Санкт-Петербург; Издательская группа BHV, Киев, 2003. (С. Hamacher, Z. Vranesic, S. Zaky. Computer organization. McGraw-Hill, New York, 2001)
6. Б.Я. Цилькер, С.А. Орлов. Организация ЭВМ и систем. Питер, Санкт-Петербург, 2004.
7. В.Л. Бройдо, О.П. Ильина. Архитектура ЭВМ и систем. Питер, Санкт-Петербург, 2006.
8. Е.А. Еремин. Популярные лекции об устройстве компьютера. BHV-Петербург, Санкт-Петербург, 2003.
9. E.A. Eremin. Using Topic Map Technology in the Planning of Courses from the CS Knowledge Domain. In: Proc. Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research (Koli Calling 2007). CRPIT, 88. ACS, 2007
10. Е.А. Еремин. Анализ содержательной линии "Компьютер" курса информатики с применением компьютерных средств представления знаний. Информатика ("Первое сентября"), N 9, 2008.

Author's Information

Evgeny A. Eremin – Senior lecturer, Perm State Pedagogical University, 614990, Sibirskaya st., 24, Perm, Russia; e-mail: eremin@pspu.ac.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА И УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ

**Михаил Бондаренко, Валерий Семенец, Наталия Белоус, Виктор Борисенко,
Ирина Куцевич, Ирина Белоус, Олеся Мележик**

Аннотация: В работе описывается технология оценивания тестовых заданий, а также распределение заданий разных типов по уровням сложности на основе результатов предварительного тестирования. Актуальность и важность разработки данной технологии определяется ориентацией на практическое использование в непрерывной системе оценивания знаний, применимостью данной технологии для любой системы оценивания знаний, а также индивидуализированным подходом к оцениванию разных типов тестовых заданий с учетом уровня их сложности. При распределении тестовых заданий по уровням сложности предлагается использовать интегрированную функциональную модель, позволяющую применять разные способы распределения тестовых заданий, включенных в тест, в зависимости от их типов. Предлагаемая технология была программно реализована и внедрена в учебный процесс, что позволило проводить более точное и объективное тестирование, а также распределение тестовых заданий разных типов по уровням сложности.

Ключевые слова: тип тестового задания, оценивание тестовых заданий разных типов, уровень сложности, интегрированная модель распределения тестовых заданий разных типов.

ACM Classification Keywords: K.3.1 Computer Uses in Education

Conference: The paper is selected from Fourth International Conference "Modern (e-) Learning" MeL 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

Контроль знаний является важной частью процесса обучения и позволяет получить всестороннюю оценку уровня знаний обучаемых. Одной из хорошо зарекомендовавших себя повсеместно форм контроля знаний является тестирование. Тестирование, несмотря на множество определенных недостатков, является в принципе единственным по-настоящему технологическим средством для измерения уровня знаний и незаменимо как инструмент, позволяющий реализовать эффективный педагогический контроль и должным образом организовать управление учебным процессом.

Одним из сложных и противоречивых вопросов при проведении тестирования является проблема оценивания знаний. Самым распространенным способом решения данной проблемы является использование дихотомической системы оценивания тестовых заданий, в которой за каждое задание можно получить 0 или 1 балл. Данная система удобна при оценивании заданий с выбором одного правильного ответа из многих, т.е. заданий закрытого типа. В то же время существует определенное многообразие типов тестовых заданий: закрытые (многоальтернативные и одноальтернативные), открытые, на установление соответствия между элементами, на установление правильной последовательности, ситуационные тестовые задания [Комплекс нормативних документів, 1998]. Для оценивания заданий разных типов применение дихотомической системы недостаточно, т.к. обучаемый

может дать неполный или частично правильный ответ, что в предложенной системе недостаточно точно оценивается как неправильный ответ. Для эффективного решения данной проблемы необходимо использовать политомическую систему оценивания, в которой допускается несколько категорий ответа на задание, каждая из которых оценивается по-разному. Например, за полностью верный ответ назначается 2 балла, за частично верный – 1 балл и за неверный – 0 баллов. Недостатком этой системы является сложность вычисления общего результата на основе баллов, полученных за задания. Кроме того, в этом случае не учитываются неправильно выбранные варианты ответа. Простое суммирование баллов не соответствует истинному уровню знаний обучаемых. Для решения данной проблемы авторами предлагается введение непрерывной системы оценивания знаний на интервале от 0 до 1 и специализированные технологии определения оценок за выполнение каждого из типов тестовых заданий [Belous N., 2004].

Предварительные исследования в области построения системы контроля знаний показали необходимость разделения заданий на уровни сложности. Отсутствие разделения заданий на уровни сложности приводит к недостаточной объективности оценивания знаний и часто не коррелируется с истинным уровнем знаний обучаемых [Аванесов В.С., 1999]. Так, если сильному студенту попадают только сложные задания, а слабому – только легкие, то в результате оценивания у обоих студентов будет одинаковый уровень знаний, что не соответствует действительности. И наоборот, если студентам с одинаковым уровнем знаний попадутся задания разного уровня сложности, то проверка знаний выявит у них разный уровень подготовленности, что не является объективным. Распределение заданий по уровням сложности преподавателем вносит субъективизм в процесс оценивания знаний обучаемых по причине того, что не всякое легкое задание для преподавателя является столь же легким и для студентов. Таким образом, разработка технологии распределения тестовых заданий по уровням сложности является актуальной.

Целью работы является разработка технологии проведения тестирования и распределения тестовых заданий по уровням сложности для тестов, оцениваемых по непрерывной системе оценивания знаний, частным случаем которой является дихотомическая система. Для этого авторами предложена методика оценивания тестовых заданий разных форм. Для распределения тестовых заданий по уровням сложности авторами разработана функциональная интегрированная модель современной теории тестов, которая по результатам проведения предварительного контроля знаний определяет способ вычисления уровня сложности тестовых заданий и, после приведения результирующих уровней сложности к единой шкале, выдает устойчивые значения уровней сложности заданий, включенных в тест.

Технология оценивания тестовых заданий разных типов

Для создания теста необходимо включать в него задания разных типов. Авторами предлагаются при построении теста использовать следующие типы тестовых заданий: закрытого типа (многоальтернативные и одноальтернативные), на установление соответствия, на установление последовательности, открытого типа (введение термина, заполнение таблиц, ведение арифметического выражения), ситуационных (авторами предлагается здесь ввести понятие многошагового теста). Для объективной оценки тестовых заданий разных типов предлагается использовать для каждого из них свой специализированный подход для расчета оценки. Введем для определения оценки ответов на задания разных типов коэффициент оценивания r_i .

Одноальтернативные тестовые задания

Для оценивания одноальтернативного тестового задания достаточно применения дихотомической системы оценивания, где $r_i=1$ соответствует правильному ответу, $r_i=0$ – неправильному.

Многоальтернативные тестовые задания

При оценивании многоальтернативных заданий дихотомической системы недостаточно, потому что обучаемый может дать как неполный ответ, так и один из выбранных вариантов ответа будет неточен. В данном случае необходимо учитывать не только правильность ответа на задание в целом, но и количество допущенных ошибок. В данном случае коэффициент r_i предлагается рассчитывать по формуле (1).

$$r_i = \frac{Q_{2_i}}{(Q_{1_i} + Q_{3_i})}, \quad (1)$$

где Q_1 – множество всех правильных вариантов ответа в задании, Q_2 – количество правильных вариантов ответа, выбранных обучаемым, Q_3 – количество неправильных вариантов ответа обучаемого.

Задания на установление соответствия

При ответе на задание на установление соответствия каждую пару ответов можно рассматривать как отдельный вариант ответа и при определении результата следует учитывать сколько пар было выбрано верно. Коэффициент r_i для этого типа заданий рассчитывается по формуле (2).

$$r_i = \frac{Q_{2_i}}{Q_{1_i}} \quad (2)$$

где Q_1 – количество пар для сопоставления; Q_2 – количество верно составленных пар.

Задания на установление последовательности

При оценивании заданий на установление правильной последовательности возможен только один заведомо правильный ответ. Для оценивания данного типа тестовых заданий достаточно использовать дихотомическую шкалу оценивания, коэффициент r_i принимает значение 0 или 1.

Открытые тестовые задания

При оценивании заданий на введение термина и на введение арифметического выражения достаточно использовать дихотомическую шкалу оценивания, коэффициент r_i принимает значение 0 или 1. При выполнении заданий на заполнение таблиц каждая ячейка таблицы является отдельным вариантом ответа. Если одна из ячеек заполнена неправильно, такой ответ нельзя засчитывать как полностью неправильный (введение одного неверного значения в ячейку может быть механической ошибкой, и поэтому оно должно не полностью обнулить результат выполнения работы, а лишь снизить результат выполнения задания). Для определения коэффициента оценивания заданий на заполнение таблиц рекомендуется использовать показательную функциональную зависимость:

$$r_i = 2^{\frac{Q_{2_i}}{Q_{1_i}}} - 1 \quad (3)$$

где Q_1 – количество ячеек, которые предлагается заполнить обучаемому; Q_2 – количество ячеек, которое обучаемый заполнил правильно.

Многошаговые тестовые задания

Многошаговые тестовые задания состоят из набора заданий (набора шагов), решаемых последовательно, когда переход к следующему шагу задания осуществляется только после правильного ответа на предыдущий шаг. Это дает возможность обучаемому анализировать не только задание в целом, но и разбираться в каждой составляющей задания. Благодаря этому обучаемый сразу может увидеть, где им допущена ошибка и в дальнейших шагах получить правильные исходные данные, т. е. ошибки в заданиях не будут накапливаться. Многошаговое задание считается пройденным, если на каждом его шаге получен правильный ответ. Для объективного оценивания ответа и глубины знаний обучаемого используется

счетчик допускаемых ошибок, количество которых учитывается при выставлении оценки. Кроме того, необходимо решить проблему оценивания таких вопросов. Рекомендуемая формула для вычисления коэффициента правильности для многошагового тестового задания имеет вид :

$$r_i = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i + 1}}{n} \quad (4)$$

где i – номер шага, m_i – количество ошибок, допущенных на i -том шаге, n – количество шагов.

Формула (4) справедлива для многошаговых тестовых заданий, в которых на каждом шаге используются одноальтернативные задания или задания на установление правильной последовательности. В случае использования на каком-либо из шагов тестового задания на соответствие или многоальтернативного тестового задания целесообразно использовать формулы (7) и (8) соответственно.

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{Q_{1_{ij}}}{Q_{2_{ij}}} \right) \quad (7)$$

где j – номер попытки прохождения шага, если на нем была допущена ошибка; $Q_{2_{ij}}$ – количество пар для составления на i -том шаге при j -той попытке; $Q_{1_{ij}}$ – количество верно составленных пар на i -том шаге при j -той попытке.

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_i \cdot Q_{2_{ij}}}{\sum_{j=1}^{m_i} (Q_{1_{ij}} + Q_{3_{ij}})} \quad (8)$$

где $Q_{1_{ij}}$ – количество правильных вариантов ответов i -том на шаге при j -ой попытке; $Q_{2_{ij}}$ – количество правильных ответов, выбранных тестируемым на i -том шаге; $Q_{3_{ij}}$ – количество неправильных ответов, выбранных тестируемым на i -том шаге при j -ой попытке.

Технология оценивания результата выполнения теста

В каждой стране для оценивания уровня знаний обучаемых применяется своя, а иногда и несколько, шкал оценивания знаний. Так, в Украине применяются 4 различных шкалы оценивания знаний: 100-бальная (рейтинговая), ECTS, 12-бальная и национальная (4-бальная) шкала. Для получения результата в заданной шкале оценивания знаний введем специальный параметр B – бальность системы в виде максимального значения единицы измерения оценки в рассматриваемой шкале. Рассмотрим алгоритм перевода результата тестирования в произвольную шкалу оценивания знаний. Для корректного перевода результата в любую систему оценивания знаний необходимо всем значимым результатам оценивания в порядке возрастания поочередно присвоить коэффициенты бальности, начиная с 1. Максимальное значение коэффициента бальности и будет соответствовать значению параметра B . Для некоторых систем оценивания знаний целесообразно применение интервальной системы перевода результата, в которой в зависимости от процента выполнения работы выставляется оценка.

При оценивании теста, содержащего несколько уровней сложности, каждому из заданий присваивается уровень сложности z_i ($z_i = \overline{1, Z}$). Итоговая оценка выполнения всего теста R , состоящего из набора тестовых заданий, содержащего Z уровней сложности, определяется по формуле:

$$R = \frac{B}{Z} \cdot \sum_{i=1}^N r_i \cdot z_i \quad (9)$$

где B – бальность системы; N – количество тестовых заданий, включенных в тест; z_i – уровень сложности i -го задания; \dot{Z} – суммарная сложность теста. Параметр \dot{Z} является накопительным и определяется по формуле:

$$\dot{Z} = \sum_{i=1}^N z_i . \quad (10)$$

Технология распределения тестовых заданий разных типов по уровням сложности

Для распределения тестовых заданий по уровням сложности авторами предлагается модификация современной теории тестирования IRT. Модификация IRT заключается в следующем:

- в классическом случае IRT предлагается для вычисления уровня знаний обучаемых. Авторами предлагается применение IRT для определения уровней сложности тестовых заданий;
- модели IRT рассматриваются для случая применения только дихотомической системы оценивания тестовых заданий. Авторами предлагается использование данных моделей для непрерывной системы оценивания знаний, частным случаем которой является дихотомическая;
- предлагается рассматривать одно-, двух- и трехпараметрические модели не в отдельности, а в совокупности в зависимости от типа тестовых заданий.

Задача распределения тестовых заданий по уровням сложности сводится к определению сложности тестовых заданий с использованием модифицированной современной теории тестирования IRT исходя из экспериментальных данных предварительного тестирования.

Недостатком современной теории тестирования IRT является наличие трех моделей, каждая из которых в отдельности применима для тестовых заданий определенного типа. При попытке применения модели к разным типам тестовых заданий уменьшается точность вычисления параметров.

Для определения уровня сложности тестовых заданий авторами предлагается интегрированная функциональная модель (рис.1), рассчитанная на оценивание тестовых заданий по непрерывной шкале оценивания знаний, включающей тестовые задания разных типов:

$$\beta_j = f(P_{1j}(\Theta_i, res_{ij}), P_{2j}(\Theta_i, a_j, res_{ij}), P_{3j}(\Theta_i, a_j, c_j, res_{ij})) , \quad (11)$$

где β_j – параметр, определяющий сложность j -го тестового задания; $P_{1j}(\Theta_i, res_{ij}), P_{2j}(\Theta_i, a_j, res_{ij}), P_{3j}(\Theta_i, a_j, c_j, res_{ij})$ – модифицированные одно-, двух- и трехпараметрические модели, построенные по непрерывной системе; Θ_i – параметр, определяющий уровень знаний i -го обучаемого; res_{ij} – переменная, которая соответствует результату выполнения тестового задания и принимающая значения на интервале от 0 до 1, что соответствует непрерывной шкале оценивания знаний; a_j – параметр характеристики дифференцирующей способности задания; c_j – параметр, характеризующий возможность правильного ответа на j -е задание в том случае, если этот ответ угадан.

Достоинством и новизной интегрированной функциональной модели является ее возможность одновременно анализировать тестовые задания всех рассматриваемых выше типов. Технология использования интегрированной функциональной модели заключается в следующем. Тестовое задание T_i , которое подается на вход модели, сначала поступает на блок анализатора типа заданий. Затем, в зависимости от выделенного анализатором типа, задание подается на соответствующий блок определителя результата выполнения тестового задания, где рассчитываются оценки за ответы res_j , а для тестовых заданий закрытого типа дополнительно вычисляется вероятность угадывания правильного ответа c_j .

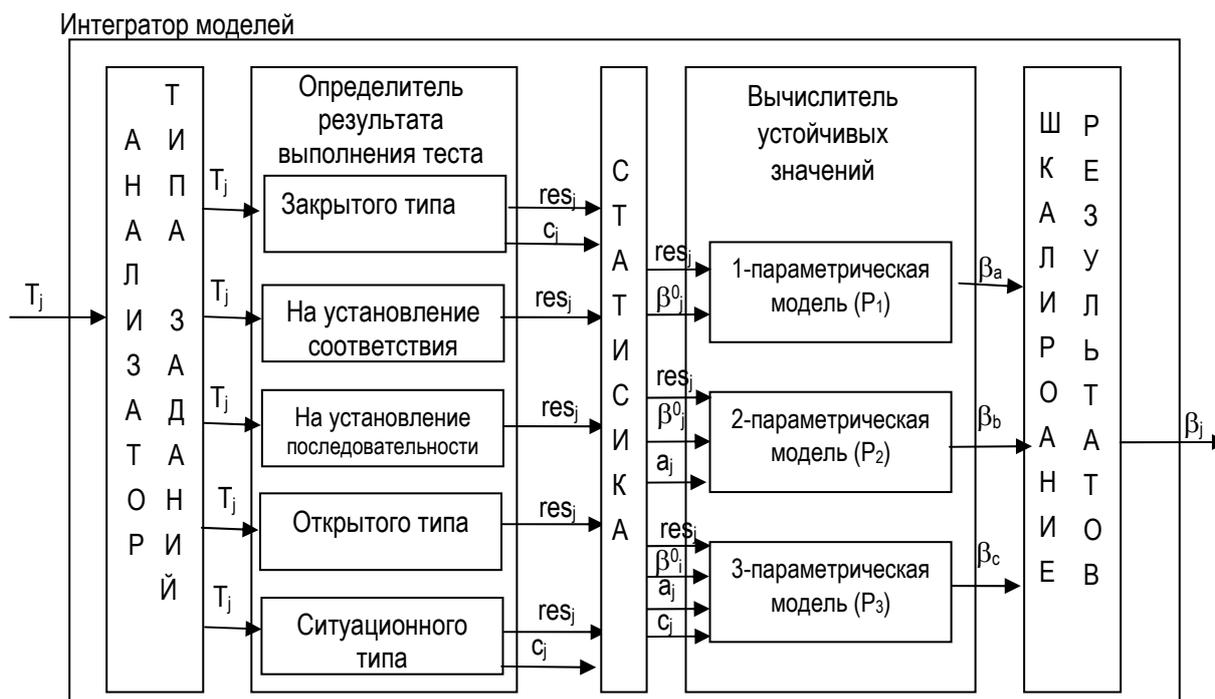


Рисунок 1 – Интегрированная функциональная модель распределения тестовых заданий по уровням сложности

В блоке «Статистика» проводится сбор статистических данных по результатам тестирования знаний обучаемых. После проведения предварительного тестирования группы обучаемых в блоке вычисляется начальный уровень их знаний Θ_i^0 , начальный уровень сложности тестовых заданий β_j^0 и рассчитывается дифференцирующая способность тестовых заданий [Baker, 2001]:

$$\Theta_i^0 = \ln\left(\frac{p_i}{q_i}\right), \quad \beta_j^0 = \ln\left(\frac{p_j}{q_j}\right), \quad a_j = \frac{(r_b)_j}{\sqrt{1 - (r_b)_j^2}} \quad (12)$$

где p_i – доля правильных ответов, полученных от i -го студента; q_i – доля неправильных ответов, полученных от i -го студента; p_j – доля правильных ответов, полученных за выполнение j -го задания; q_j – доля неправильных ответов, полученных за выполнение j -го задания, r_b – бисериальный коэффициент корреляции.

Далее данные передаются в блок «Вычислитель устойчивых значений», где производится распределение заданий по уровням сложности на основе латентного анализа. После поступления данных в блок «Вычислитель устойчивых значений» производится распределение ответов на тестовые задания и начальных значений параметров для уровней сложности по трем компонентам (P_1, P_2, P_3) в зависимости от типа задания.

Первый компонент P_1 «1-параметрическая модель» применяется для проверки признака гомогенности уровня сложности тестовых заданий относительно гомогенной группы испытуемых. Группа испытуемых является гомогенной, если большинство значений Θ расположено на небольшом интервале оси латентной переменной β . Гомогенный тест представляет собой систему заданий возрастающей трудности, специфической формы и определенного содержания, создаваемая с целью применения объективного, качественного, и эффективного метода оценки структуры и измерения уровня подготовленности обучаемых по одной учебной дисциплине. В случае гетерогенной по знаниям выборки

испытуемых значения параметра трудности должны охватывать большой интервал оси Θ , а характеристические кривые заданий могут быть расположены довольно далеко друг от друга. Проверка этого условия и реализована в компоненте P_1 «1-параметрическая модель»

Для повышения точности измерения уровня сложности тестовых заданий вводится параметр характеристики дифференцирующей способности задания a_j , который связан с крутизной кривой задания в точке ее перегиба. При значениях a_j близких к нулю, тестовые задания утрачивают функцию разделения обучаемых по уровням сложности, что делает их бесполезными при дифференциации по уровню сложности. Число заданий в тесте должно сокращаться в первую очередь за счет удаления таких заданий, что приводит к повышению надежности и валидности теста. Таким образом, для определения уровня сложности β_j тестовых заданий разных типов, за исключением закрытого, служит компонент P_2 «2-параметрическая модель».

Для тестов с заданиями закрытого типа отмечается существенное отклонение эмпирических данных от теоретической кривой, предсказывающей вероятность правильного выполнения задания при различных значениях переменной Θ . Для решения этой проблемы вводится параметр c_j , который характеризует возможность правильного ответа на задание j в случае, если ответ угадан. Оценки res_j за задания закрытого типа передаются в третий компонент P_3 «3-параметрическая модель» блока «Вычислитель устойчивых значений».

Для определения устойчивых значений уровней сложности тестовых заданий применяется метод наибольшего правдоподобия Фишера [Guilford J.P., 1956], адаптированный к оцениванию знаний обучаемых по непрерывной системе :

$$L_i\{\bar{x}_i | \Theta_j\} = \prod_{j=1}^n P_{ij}^{res_{ij}} Q_{ij}^{1-res_{ij}}, \quad (13)$$

где L_i – вероятностная модель выполнения тестовых заданий для i -того обучаемого; $\bar{x}_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\}$ – вектор, характеризующий результат выполнения i -м обучаемым n заданий теста, P_{ij} – вероятность правильного выполнения i -м испытуемым j -го задания теста, Q_{ij} – вероятность неправильного выполнения i -м испытуемым j -го задания, $Q_{ij} = 1 - P_{ij}$.

Таким образом, выходными параметрами интегрированной функциональной модели является набор параметров β_j , которые соответствуют устойчивым оценкам уровня сложности тестовых заданий и могут использоваться в тестах, включающих задания нескольких уровней сложности, как параметр сложности заданий.

Выводы

Предлагаемая технология реализована программно. Данная технология программно реализована и содержит 2 основных подсистемы:

- модуль проведения контроля знаний, который поддерживает Международный стандарт обмена тестовой информацией [<http://www.imsglobal.org/question/>], сертифицирован [Belous N., 2005] и проходит внедрение в высших учебных заведениях Украины;
- модуль распределения тестовых заданий по уровням сложности, который может применяться, как при работе с авторским программным комплексом проведения контроля знаний, так и с данными, полученными из внешних систем автоматизированного тестирования. Это делает разработанную систему универсальной.

Соответствующая программная система прошла апробацию на достоверной выборке (более 100 обучаемых).

Внедрение предлагаемой системы в высших учебных заведениях позволит проводить объективное тестирование знаний обучаемых. Применим как в учебных заведениях любого уровня аккредитации, так и в организациях и учреждениях, где проводится профессиональный отбор с помощью тестирования, а также на курсах повышения квалификации, где имеются компьютерные классы.

Благодарности

Статья частично финансирована из проекта **ITHEA XXI** Института Информационных теории и Приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.ithea.org, www.foibg.com).

Библиография

- [Комплекс нормативних документів, 1998] Комплекс нормативних документів для розробки складових системи стандартів вищої освіти. Київ, 1998.
- [Belous N., 2004] Belous N., Voytovich I. Lifelong education conception using computer testing // Материалы VIII Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования "Образование и виртуальность", 2004. – с. 307-313.
- [Аванесов В.С., 1999] Аванесов В.С. Трудность теста и тестовых заданий // "Управление школой" № 40, октябрь, 1999г.
- [Baker, 2001] Baker F.B. The Basics of Item Response Theory. 2 ed. Hieneman, Portsmouth, New Hampshire, 2001. -174 p.
- [Guilford J.P., 1956] Guilford J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. N-Y., McGraw – H.U., 1956.
- [<http://www.imsglobal.org/question/>] IMS Question & Test Interoperability Specification. [Electronic resource] / IMS Global Learning Consortium: IMS Question & Test Interoperability Specification. – An access mode: <http://www.imsglobal.org/question/index.cfm> – 15.09.2008г. - The title from the screen.
- [Belous N., 2005] Белоус Н.В., Войтович И.В. Программный комплекс для проведения компьютерного и интерактивного обучения и тестирования знаний "КОДЭКС УМА" // Свидетельство про регистрацию авторского права №14030, Государственный департамент интеллектуальной собственности, 02.09.2005.

Информация об авторах

Бондаренко Михаил – ректор Харьковского национального университета радиозлектроники, член-корреспондент НАН Украины, д.т.н., профессор, Харьков, Украина

Семенец Валерий – профессор, первый проректор Харьковского национального университета радиозлектроники, Харьков, Украина

Белоус Наталия – заведующий лабораторией "Информационные технологии в системах обучения и машинного зрения (ITCO и МЗ)", к.т.н., профессор кафедры Программного обеспечения ЭВМ, Харьковский национальный университет радиозлектроники, Харьков, Украина; e-mail: belous@kture.khatkov.ua

Борисенко Виктор Петрович – к.т.н., доцент кафедры ИУС. Харьковский национальный университет радиозлектроники. Харьков. Украина

Куцевич Ирина – исследователь лаборатории "ITCO и МЗ"; Харьковский национальный университет радиозлектроники, Харьков, Украина; e-mail: virishka@bk.ru

Белоус Ирина – исследователь лаборатории "ITCO и МЗ"; Харьковский национальный университет радиозлектроники, Харьков, Украина; e-mail: belous@kture.khatkov.ua

Мележик Олеся – студент; Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков, Украина

GAME-BASED APPROACH IN IT EDUCATION

Olga Shabalina, Pavel Vorobkalov, Alexander Kataev, Alexey Tarasenko

Abstract: *A concept of using game based approach for IT education is presented. The learning course notation rules for using in games are suggested. Techniques for integration of learning components to the game are described. The realization of the learning game for programming language C++ is shown.*

Keywords: *educational games, digital game-based learning, course notation, game engine, learning engine.*

ACM Classification Keywords: *K.3.1 Computer Uses in Education; K.3.2 Computer and Information Science Education*

Conference: *The paper is selected from Fourth International Conference "Modern (e-) Learning" MeL 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009*

Introduction

Software development is a continuously expanding area. At present time are more than one million computer software engineers in Russia. They are employed in most industries and their largest concentration is in computer systems design and related services. Computer software engineers is one of the occupations projected to grow the fastest, their employment is projected to increase by 38% over the 2006 to 2016 period [1]. Demand for computer software engineers will increase for a number of reasons. Organizations adopt and integrate new technologies and seek to maximize the efficiency of their computer systems. Computer networking growth needs specialists for developing Internet, intranet, and World Wide Web applications. Electronic data-processing systems continue to become more sophisticated and complex. Information security concerns have given rise to new software needs. Businesses invest heavily in software that protects their networks and vital electronic infrastructure from attack. Implementing, safeguarding, and updating computer systems and resolving problems will fuel the demand for growing numbers of high-quality software engineers.

From the other hand the IT labor market growth contradicts a predicted shortage of quality computer engineers IT skills [2]. Admissions and retention rates to some university computer software specialties are falling and there are serious concerns about the quality of the software which they create. Economic crisis has changed the situation in Russia and all over the world, staff reductions take place in different areas and IT area as well, but those of lower professional skill are the first ones being reduced. Thus the problem of training of high-quality software engineers is still being topical.

Teaching computer software engineers faces some specific problems. A set of basic skills needs to be understood and applied at once from very early in the learning process. The IT field is being dynamically changed, and sometimes trainers are behind the time and behind trainees [3]. To a great extent it is because of trainers and trainees are from totally separate worlds. Trainers and teachers raised in a pre-digital generation and educated in the styles of the past, while trainees, so called Games Generations ((N-gen, D-gen)[3], raised in the digital world and are native speakers of the digital language of computers, video games and the Internet. The trainees find today's training (and education) so incredibly boring that they don't want – and often refuse – to do it.

There are a number of approaches to making the education easier and more appealing, and a remarkably promising one from these is using computer games. Marc Prensky [3] suggested a new approach – combining

together serious learning and computer games into a newly medium — Digital Learning Games. Use of computer games for non-entertainment purposes (so called Serious Games), and its sub-field Digital Game-Based Learning are an emerging area of research and interest to this area is growing rapidly.

Game-based approach achieves high learning results in areas that are difficult to study and where gaining skills is of importance. To a great extent it can be referred to the computer science disciplines. One can mention such subjects, demanding skill gaining, as algorithmization and programming, artificial intelligence, computer graphics and so on.

By now the potential of digital game-based learning remains still largely unrealized, and design and implementation of new games in education process is in great demand.

IT games concept

Saying 'educational game' we mean a learning system, which realizes some or all components of learning process (learning theory, gaining skills and experience, estimation of knowledge level) in a game context. Our approach is based on three positions: learner must get the course information through its interpretation in a game world; learner must see the result of his learning in a game context; results of learning must influence game results.

We have analyzed what kinds of games would be more effective and suitable for educational games on ICT subjects. We decided to use core games for learning courses in a whole and for gaining skills.

Core games need sequential logical playing and are time-taking. The idea of educational core games is based on the correspondence between learning course and gameplay. Normally the game scenario consists of game levels. Each level includes several game quests. In educational game quests include some course information and assignments for getting practice. Each assignment solution needs knowledge of related course chapters, on the other hand information and assignments are associated with a game story. Thus levels completing forces player to learn new course chapters and solve level assignments, so the game scenario relates to the learning course.

The correlation between game levels and course chapters provides using such games both for individual learning and for using at universities or at schools. Teachers might use the game level by level according to their studies, so learners would complete playing the game when they complete studying the course.

A game-related course description has been elaborated for learning through games. A course content should be divided into theory information blocks and. Each block relates to one or several chapters of the course. Information blocks can be of two types: displayable and reference blocks. Displayable information blocks are parts of the game script and are displayed for a player. Reference information blocks contain additional information on the corresponding chapter and are available for the player on demand. A set of displayable and reference information blocks form full learning course theory. Assignments should be described as assignment blocks and include assignment description, solution description, and solution interpretation. Assignment description is a displayable information block, representing different kinds of quests. Assignment solution requires writing some text, answering questions, testing or fulfilling some other actions. Solution description includes solution testing rules or/and solution examples. Solution interpretation includes right and wrong solutions visualization techniques or/and their influence on a gameplay.

Course description is made by an instructional designer and a game coder in three stages (Table 1). First stage should be made by an instructional designer. This level describes blocks' content, their sequence and links. Second stage is made both by instructional designer and a game coder. A game coder describes solution testing types and solution visualization techniques. The last stage is made by a game coder. For coding information blocks and links mark-up language is used. Blocks sequences, assignment interpretation and solution blocks are coded in an engine input language.

Table 1: Course description levels

<i>Level</i>	<i>Type of description</i>	<i>Who acts?</i>	<i>Description language</i>
Logical level	Blocks' content Blocks' sequence Blocks' links	Course designer	Natural language
Extended logical level	Solution testing types Solution visualization techniques	Instructional designer Coder	Course description language
Implementation level	Codes of information blocks Links Blocks sequences assignment interpretation blocks Solution blocks Marked up text presentation Assignment solutions	Coder	Engine input languages: (mark-up language, scripting language)

We elaborated techniques for integration of learning components to the game (Table 2). We represent learning course using Formatted text (HTML) with hyper-links support. While playing a learner must solve assignments. We use engine input languages, depending on a learning course, for the solutions interpretation. We check the solutions using matching techniques.

One of the modern tendencies in the field of e-learning is using so called adaptive learning systems. Such kind of systems can adapt to the needs of users and provide individualized learning. As we plan to develop adaptive learning games, we use Bayesian approach for estimation of a learner knowledge level [4] and nonlinear story for adaptation of learning process to individual users.

Implementation

We started with learning games on programming languages, because our students start the learning process from learning programming languages, a fundamental subject for software developers. Mastering programming is a difficult-to-learn subject. It needs a high-level of abstraction, without a direct feedback to a real world, and includes skill gaining. To a great extend learning programming languages means gaining skills in programming. We've found out that there are only few examples of games on learning programming, though this subject is very good for teaching through games. These games use specific built-in language (KuMir, ColoBot, CeeBot), or they need an advanced level of programming for playing (AI Competition Games). They are not suitable for learning university programming courses in a whole.

Our concept [5] is based on a Role Playing Game (RPG) genre. The main game character is a transformer, who lives in a virtual world. A player can program different transformer shapes and his behavior. Different situations in the game require different characteristics of the main character. Transforming shape allows players to get optimal character parameters for playing. At the beginning a player programs the basic character abilities (moving, jumping, and attacking). The results of programming are used by the player to control character behavior in the game. Then the player can program controlling algorithms for intelligent behavior of the character (overcoming different obstacles, going out labyrinths and so on). Effectiveness of the code determines effectiveness of character behavior. Unreasonable or foolish behavior prompts player to improve program code. Thus the player obtains knowledge and gains skills while playing.

Table 2: Techniques for integration of learning components

<i>Learning components</i>	<i>Techniques</i>	<i>Realization</i>
Course presentation	Formatted text with hyper-links support	HTML
Gaining skills	Solving assignments (using Input language)	Depends on an engine input language
Estimation of knowledge level	Solution verification (comparison with a set of right solutions)	Matching techniques
Dependence of a game process on a learning process	Only right solutions enable the game process Nonlinear story	Adaptive techniques Bayesian approach

As it was mentioned above, each learning course has some specific characters. For learning programming languages they are: input language for assignment solutions is programming language and correspondingly assignment solution itself is a programming code. We use two techniques for checking programming code: verification (checking source code using corresponding rules) and running (executing source code and checking the result). We use verification for checking assignments that have simple solutions (simple code) for a player. Real implementation methods using for realization of these solutions in the game are much more complicated. Interpretation of right solutions of verifiable type uses the real implementation methods. Methods, showing that the assignment hasn't been executed, are called for interpretation of wrong solution of verifiable type.

Verification method is based on regular expressions. Verification of programming code requires specialized matching because of more than one (practically infinite) number of possible right solutions. The specialized library has been developed for taking into considerations of these peculiarities (different possible identifiers names, blocks order, notations of mathematical expressions).

For visualization of runnable solution the code of solution is being executed a player can see the result of his coding directly through game characters behavior. Execution results can be either numbers (as calculation results) or reaching some goals (e.g., a game character has arrived to a given point using the elaborated code). Execution results are compared with right solution results. Code running allows checking solutions not provided by course authors, but having the same results. Examples of checking ways are shown in the Table 3.

Table 3: Examples of checking ways

<i>Solution check</i>	<i>Description</i>	<i>Example (C++ code)</i>
Verification	Comparison of code with correct solutions provided by course developers	<pre>MoveForward() { x++; }</pre>
Running	Executing source code and checking the result	<pre>while(!WallBehind()) { MoveForward(); }</pre>

Game architecture is based on common game engine architecture, but it is extended for using in educational games and consists of two high-level subsystems: a game engine and a learning engine. The game engine is based on the graphical engine Ogre3D and enlarged with game logic and advanced user interface (for advanced text displaying and editing). Script core provides game engine modules interaction. Using scripts simplifies game logic programming and avoids recompiling game engine after learning course modification. The learning engine completes game engine functions with learning process support, which includes information course blocks and assignments control. Learning engine modules and routines are exposed to scripting core for organizing course sequence control and assignments solutions check from game scripts.

Game implementation is based on free for commercial use libraries and utilities (Table 4).

Table 4: Game implementation

<i>Component</i>	<i>Tool</i>	<i>Why is it chosen?</i>
Graphical engine	Ogre3D	Supports modern technologies, has extensible architecture, and is allowed for commercial usage.
Scripting language	Lua	Handy syntax, easy integration process, fast interpreter
Learning subject	C++	The .NET Framework built-in C++
Store course blocks	Encrypted zip archives	Open format
Engine	C++ language	High performance, flexibility, open source libraries

Games usually start from input by a player some information about himself. And as each programming language course begins from learning data types, we use the input process for learning basic data types. A player fills in not only the information about himself, but he must also choose appropriate data type for each field from the given list (Figure 1). The list includes data types, their purpose and range description. After it he needs to create a class with these fields as class properties. For explaining a concept of object-oriented design the real game class hierarchy is used.

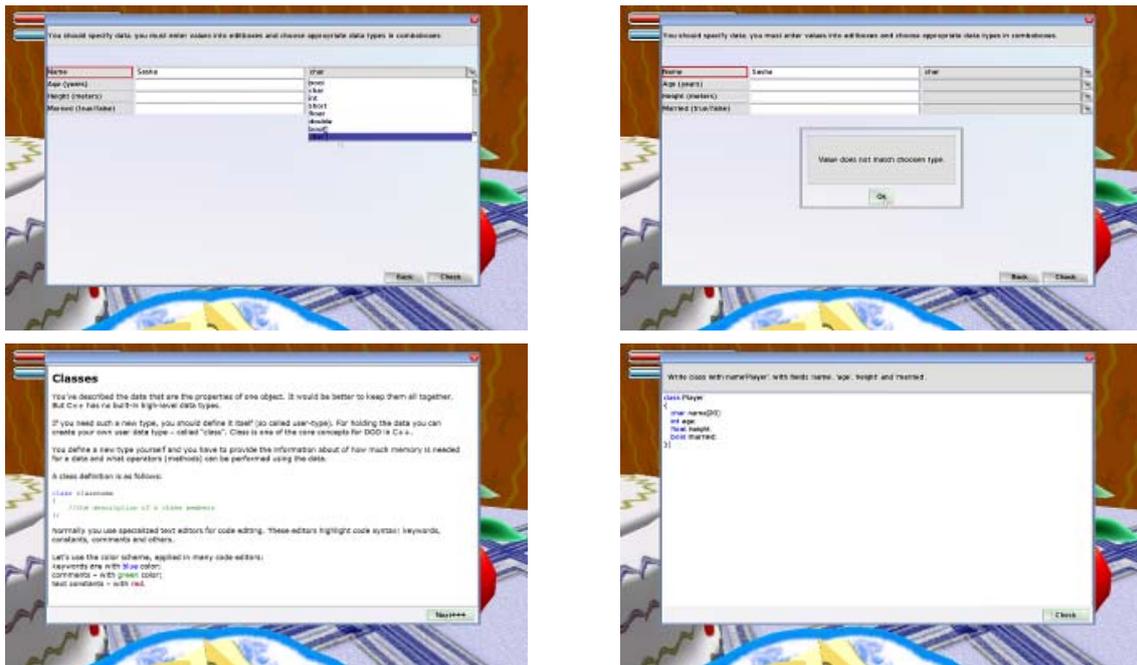


Figure 1: Studying data types

Next a player sees that his character can't move. So he needs to teach him how to do it, i.e. to develop programs for his moving. He designs functions for moving forward, back, left and right step-by-step. In such a way a player learns functions. After he has coded a function he can see the result. If his code is correct, transformer can move to the corresponding direction. If not, transformer can't move (Figures 2, 3).

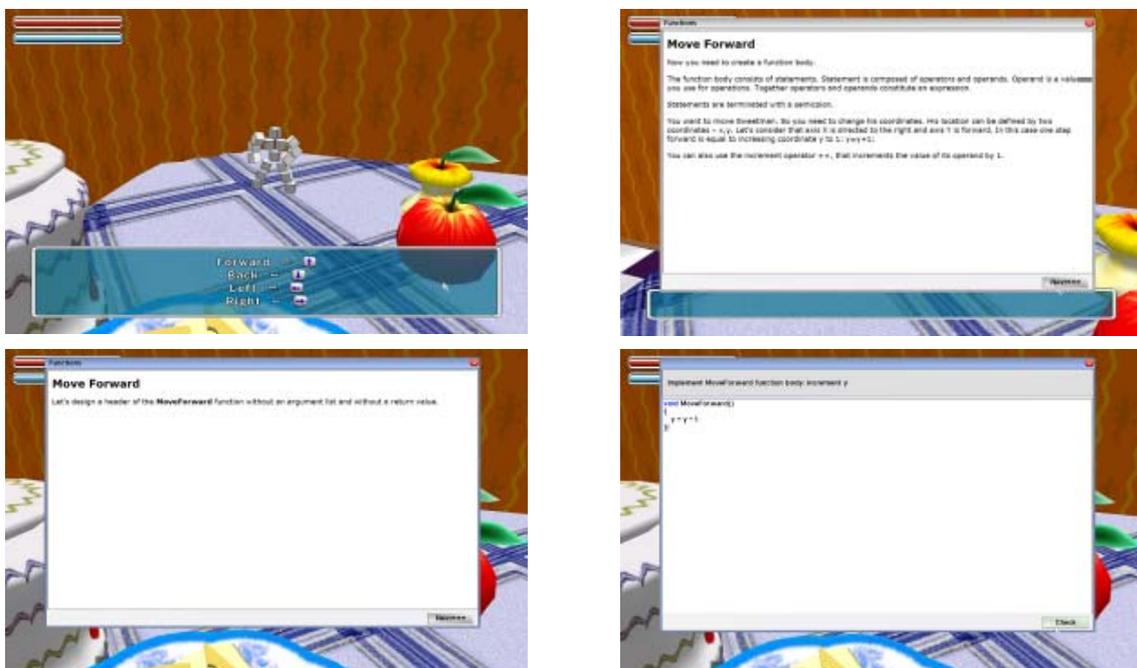


Figure 2: Studying functions

After writing correct functions for moving a player can move along the table. Then he is asked to add the functions as class methods to a class Player. Thus while playing he elaborates new properties and methods (changing speed, jumping, attacking and so on), and in such a way he improves the character's behavior.



Figure 3: Checking the result

After some time of playing he needs to move down from the table, but he can't do it using current shape, so needs to get a new shape – the Worm (Figure 4).

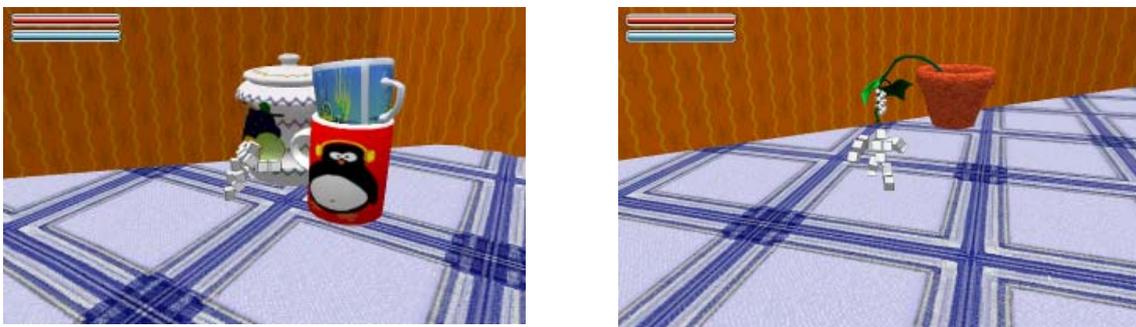


Figure 4: Changing a shape

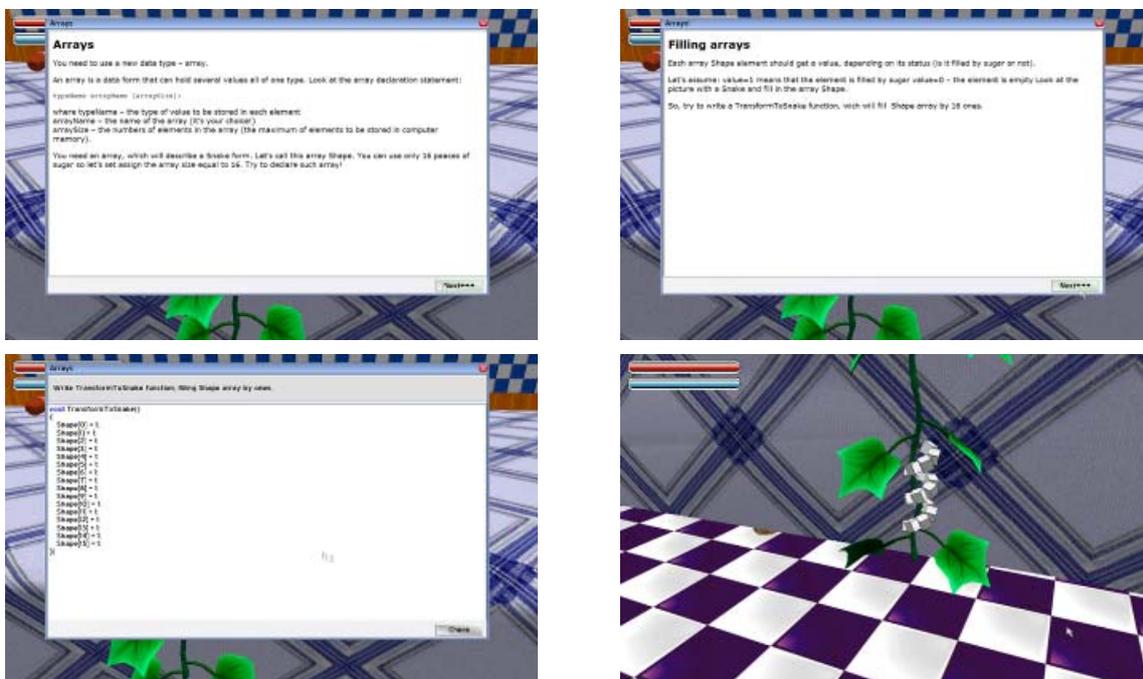


Figure 5: Studying arrays

For doing it he needs to learn a new data type – array (Figure 5). Further game situations need new shapes (Helicopter, Ball, Weight) and corresponding behavior for each shape. Thus the player step by step learns object-

oriented design and C++. At the end he creates a class diagram close to the reductive class diagram applied in the game.

To develop learning games for other programming languages it is necessary to describe a learning course according to the course description rules. The concept and game engine can also be used for other IT games development. In this case the ways of solution check should be defined according to appropriate learning course and proper tools should be implemented.

Conclusion

We consider that using this approach allows gaining and improving knowledge and skills in computer science, and raising the motivation to study.

Bibliography

1. Computer Software Engineers [online] <http://www.bls.gov> (appeal date 02.03.2009)
2. Madeline Alsmeyer, Judith Good, Katherine Howland, Graham McAllister, Pablo Romero and Phil Watten. Supporting the learning of programming in a social context with multi-player micro-games. Department of Informatics, University of Sussex. <http://shareitproject.org/workshop/shareit.pdf>
3. Marc Prensky. Digital Game-Based Learning. Paragon House Publishers, 2004.
4. Shabalina O.A. Models and Techniques for Knowledge Control in Adaptive Tutoring Systems, Unpublished Ph. D. Dissertation, Astrakhan University, Russia, 2005.
5. Shabalina_et_al. Educational Games for Learning Programming Languages // Methodologies and Tools of the Modern (e-) Learning: suppl. to Int. Journal "Information Technologies and Knowledge". - 2008. - Vol. 2, [Int. Book Series "Inform. Science & Comput."; № 6]. - P. 79-83.

Authors' Information

Olga Shabalina – PhD, senior lecturer; CAD department, Volgograd State Technical University, Lenin av., 28, Volgograd, Russia; e-mail: O.A.Shabalina@gmail.com

Pavel Vorobkalov – PhD, senior lecturer; CAD department, Volgograd State Technical University, Lenin av., 28, Volgograd, Russia; e-mail: pavor84@gmail.com

Alexander Kataev – PhD student; CAD department, Volgograd State Technical University, Lenin av., 28, Volgograd, Russia; e-mail: kataevav@mail.ru

Alexey Tarasenko – Second Higher Education student; CAD department, Volgograd State Technical University, Lenin av., 28, Volgograd, Russia; e-mail: volgatav@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ CIO И СКО

Екатерина Дементьева, Татьяна Гаврилова

Аннотация: В данной статье определяются и сравниваются профессиональные компетенции Chief Information Officer (CIO) и Chief Knowledge Officer (СКО). В деятельности CIO и СКО выделяются три основных аспекта: организационный, технический и стратегический. Каждому аспекту соответствуют специфические требования к профессиональным навыкам и личностным характеристикам CIO и СКО. Эти требования не статичны, важность одних качеств и навыков возрастает, другие отходят на второй план, по мере развития областей информационного менеджмента и управления знаниями. Данные вопросы будут подробно обсуждаться в тексте статьи.

Ключевые термины: CIO, СКО, ИМ, КМ, Информационный менеджмент, Управление знаниями.

ACM Classification Keywords: K.7 The Computing Professions – CIO, СКО

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

Информация и знания в компаниях сегодня все чаще выступают в роли важного ресурса, необходимого для эффективного производства конечной продукции, а иногда и сами становятся конечным продуктом деятельности компании. Информационный менеджмент (ИМ) и управление знаниями (УЗ) – это направления, позволяющие контролировать, создавать, управлять информацией и знаниями. Основной целью обеих дисциплин является оптимизация и интенсификация работы компании.

Почти во всех крупных компаниях сегодня есть IT-отдела, во главе которого стоит CIO (Chief Information Officer) или IT-директор. Позиция СКО (Chief Knowledge Officer) в компаниях встречается реже, это объясняется целым рядом причин, например, сложностью проектирования и внедрения систем знаний или неочевидностью рентабельности таких систем для руководства компании. Цель данной статьи – определить и сравнить профессиональные компетенции CIO и СКО.

Профессиональная компетенция CIO

В настоящее время изменяется отношение к IT-отделу в компаниях. Ранее в функции этого отдела входило обеспечение компьютерной техникой, обслуживание технической и программной инфраструктуры компании. Сегодня эти вопросы становятся вспомогательными элементами в общем процессе оптимизации управления потоками информации. Можно говорить о том, что работа CIO приобретает в большей степени стратегический характер. От решений, принимаемых CIO, зависит положение компании на рынке. Правильно организованная информационная система позволяет оптимизировать бизнес-процессы, что обеспечивает качество продукции и конкурентные преимущества для компании.

Ниже представлен список, покрывающий основную должностную деятельность CIO (по [ТАУ, 2007]):

- руководство группой сотрудников IT-отдела,
- разработка IT-инфраструктуры компании,

- разработка политики компании в области IT,
- ведение контрактов на приобретение компьютерного оборудования и программного обеспечения,
- организация бюро технической поддержки сотрудников,
- обеспечение надлежащей производительности ИС,
- управление технической безопасностью,
- подготовка бюджета по IT.

Этот список универсален для большинства компаний, в зависимости от особенностей организации работы компании список может быть дополнен.

Условно в деятельность CIO можно выделить три аспекта: стратегический, технический и организационный. На рисунке 1 представлено, как перечисленные выше должностные обязанности CIO соответствуют этим аспектам.



Рис.1 Должностные обязанности CIO

Руководствуясь построенной структурой, легко определить навыки и качества CIO, формирующие его профессиональную компетентность.

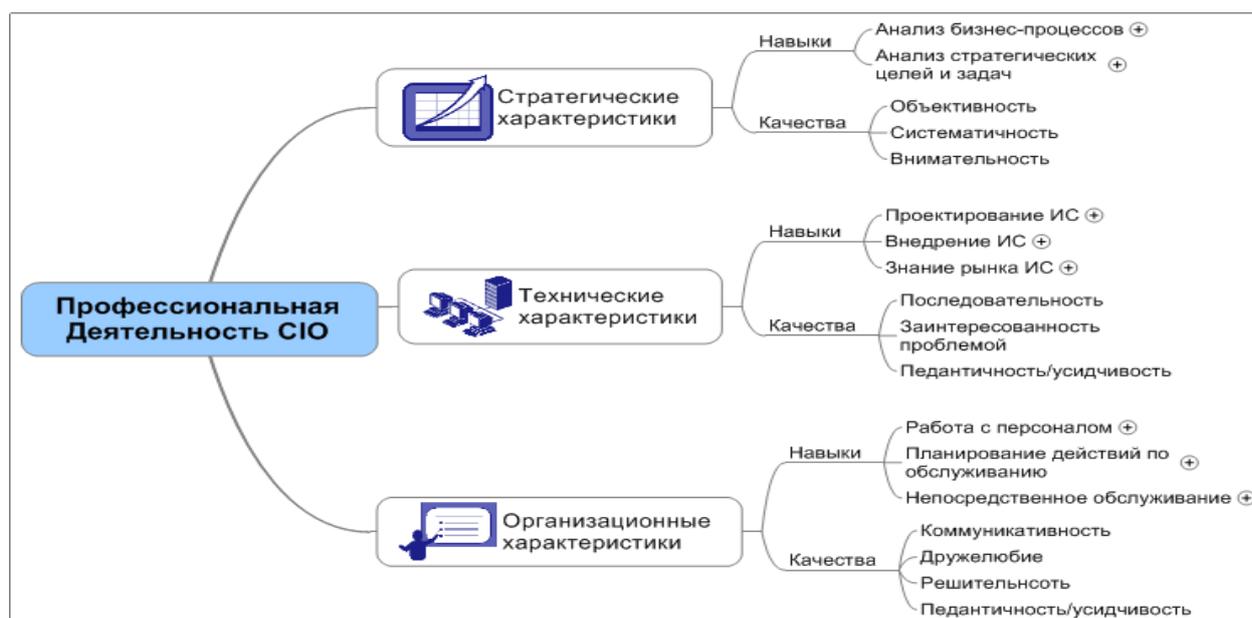


Рис.2 Требования к профессиональной компетенции CIO

Рисунок 2 дает достаточно абстрактное представление о компетенции СІО. Рассмотрим подробнее каждое из направлений деятельности.

На рисунке 3 представлены навыки и качества, которыми должен обладать СІО для осуществления эффективного планирования использования ИТ (стратегический аспект).



Рис.3 Профессиональная компетенция СІО в стратегическом аспекте

На рисунке 4 представлены навыки и качества, необходимые при формировании ИС (технический аспект).



Рис.4 Профессиональная компетенция СІО в техническом аспекте

В крупных компаниях, организационной структурой которых предусмотрено наличие ИТ отдела, функции внедрения ИС могут не входить в компетенцию СІО, и выполняться его подчиненными. Это отмечено на рисунке.

На рисунке 5 представлены навыки и качества, необходимые при обслуживании ИС (организационный аспект).



Рис.5 Профессиональная компетенция СІО в организационном аспекте

Функции непосредственного обслуживания в крупных компаниях могут осуществляться работниками ІТ отдела под руководством СІО.

Еще недавно наиболее важными направлениями в работе СІО являлись формирование и обслуживание ИС, позволяющей автоматизировать и упростить работу сотрудников компании. Среди вопросов, решаемых при планировании в области ІТ, были следующие: «Какую деятельность можно автоматизировать?», «Какие программы и технические средства должны быть разработаны или куплены для автоматизации и упрощения работы сотрудников?». Области автоматизируемой деятельности стандартны для любой компании: документооборот, финансовый учет, контроль качества. За короткое время на рынке появились программные средства, реализующие эти функции. Задача СІО сводилась к тому, чтобы выбрать программное средство, установить и настроить его в зависимости от особенностей компании, проконсультировать сотрудников в эксплуатации данной программы.

Сейчас, когда большая часть задач уже автоматизирована, сформированы стандартные методы проектирования и обслуживания ИС, сотрудники компании способны за короткое время ознакомиться и приступить к использованию новых функций ИС компании, благодаря повышению общего уровня информатизации общества формирование и обслуживание ИС в компетенции СІО отходят на второй план.

Одним из важнейших направлений в работе СІО становится планирование. И вопрос, решаемый при планировании: «Как сформировать ИС, предоставляющую лицам, принимающим решения, (ЛПР) полезную информацию?». Полезная информация должна обладать следующими характеристиками: применимостью, точностью, полнотой, своевременностью и понятностью.

В связи со сложными процессами обмена информацией между сотрудниками и большим количеством уникальных для каждой компании характеристик этого процесса, планирование работ СІО в области ІТ затрудняется. СІО должен хорошо понимать бизнес-процессы (БП), знать о деятельности каждого отдела, о взаимодействии между ними, о требованиях, предъявляемых к информации отделами. В этих вопросах главную роль играет стратегический аспект ИМ, а технический и организационный отходят на второй план.

Таким образом, в настоящее время СЮ высокого уровня профессионализма должен обладать в первую очередь навыками бизнес-аналитика, а его компетентность в технических вопросах, навыки инженера, становятся не столь важны.

Перейдем к рассмотрению профессиональной компетенции СКО.

Профессиональная компетенция СКО

Если выделить в деятельности СКО те же аспекты, что и в деятельности СЮ, и условно разделить функции, исполняемые СКО по этим аспектам, то получится структура, представленная на рисунке 6.



Рис.6 Должностные обязанности СКО

По этой структуре определяются навыки и качества СКО, формирующие его профессиональную компетентность.

На рисунке 7 представлены навыки и качества СКО в стратегическом аспекте.

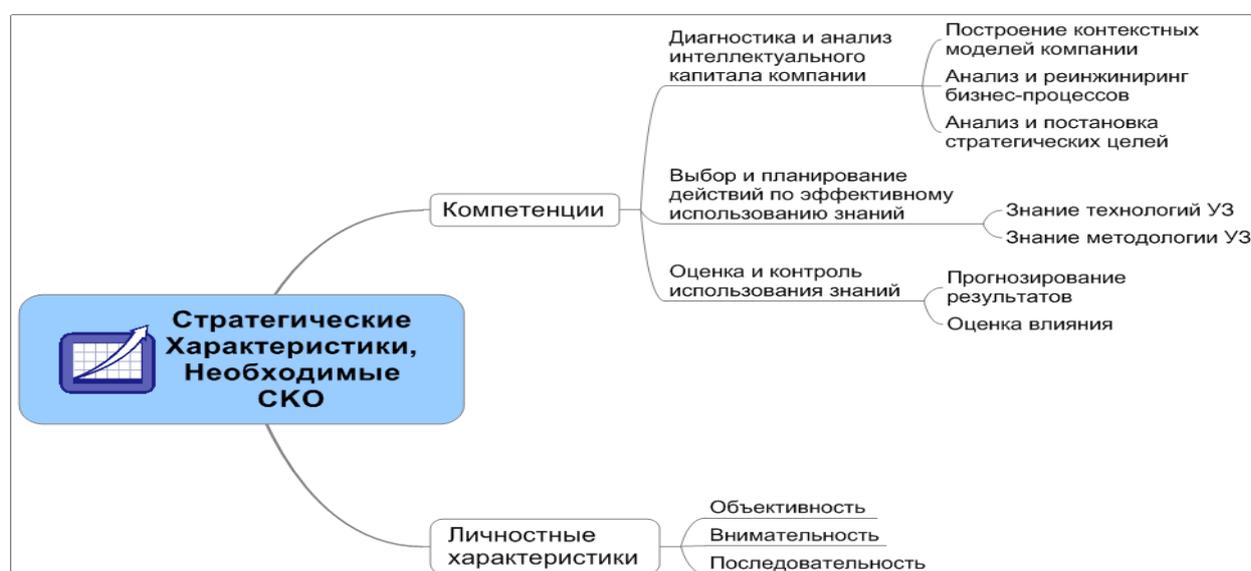


Рис.7 Профессиональная компетенция СКО в стратегическом аспекте

На рисунке 8 представлены навыки и качества СКО в техническом аспекте.



Рис.8 Профессиональная компетенция СКО в техническом аспекте

На рисунке 9 представлены навыки и качества СКО в организационном аспекте.



Рис.9 Профессиональная компетенция СКО в организационном аспекте

Сравнение компетенций СІО и СКО

Стратегический характер ИМ, кроме того, объясняется способностью компании приобрести конкурентные преимущества, благодаря построению эффективной информационной среды. Как показывают исследования, в компаниях, лидирующих на рынке, используется тот же технологический процесс производства, что и в отстающих компаниях. Лидерства компании добиваются, снижая себестоимость продукта, качество которого остается на том же уровне. Себестоимость можно уменьшить, увеличив производительность, ускорив процесс производства. Ускорение процесса производства во многих компаниях возможно только при наличии эффективной ИС, обеспечивающей отделы качественными

информационным ресурсом. Здесь информация рассматривается, как ресурс, если же она является конечным продуктом компании, то значимость ИС только возрастает.

В связи с тем, что ИМ приобретает стратегический характер, должность СЮ начинает рассматриваться, как одна из должностей высшего руководства компании, или как должность, интересы которой должны учитываться при принятии руководством стратегических решений.

Информация – это набор сведений, и задача СЮ обеспечить ЛПР этими сведениями. Но сотрудникам многих компаний уже недостаточно просто сведений для принятия эффективного решения, необходимы знания, то есть не просто информация, а «информация в контексте, способная произвести побуждающее к действиям понимание» [Wikipedia]. Обеспечением сотрудников знаниями занимается СКО (Chief Knowledge Officer), руководитель отдела управления знаниями (УЗ, Knowledge Management, KM).

В деятельности СКО можно выделить те же направления, что и в деятельности СЮ: формирование системы управления знаниями (СУЗ), обслуживание СУЗ и планирование в области использования компанией знаний. Но в отличие от того, как для СЮ приоритетным направлением является планирование, для СКО нельзя обозначить приоритетного направления деятельности.

В ИМ, определив цель и стратегическую задачу, выявив проблемы, связанные с ее решением, можно точно сказать о типе ИС, которая должна быть внедрена в инфраструктуру компании. Например, если в компании ведется долгосрочное сотрудничество с клиентами, отношения с клиентами многоплановы, и руководство компании поставило задачу персонализировать работу с клиентом, то есть учитывать весь предыдущий опыт общения с ним, то в компании необходимо внедрить CRM-систему. В УЗ не существует четкого сопоставления проблемы и типа СУЗ. Даже при формировании одного типа СУЗ для решения одной и той же проблемы в разных компаниях, эффективность сформированных СУЗ может быть различна. Это зависит от общего уровня развитости компании, от предрасположенности высшего руководства, от заинтересованности сотрудников. Таким образом, эффективность формирования СУЗ в рамках компании зависит от навыков и интуиции СКО и является одной из основных задач СКО.

Обслуживание СУЗ также не может считаться второстепенной деятельностью СКО. Здесь перед ним стоит ряд задач: во-первых, корпоративная культура работы со знаниями часто может быть не развита. Сотрудники могут не желать делиться собственными знаниями с коллегами, расценивая их, как личный капитал. Задача СКО с помощью высшего руководства стимулировать сотрудников к обмену знаниями, то есть к обновлению знаний в СУЗ. Во-вторых, знания в СУЗ должны быть структурированы таким образом, чтобы удовлетворять потребностям пользователей. Для информации такая структура статична. Для знаний эта структура изменяема в зависимости от решаемой пользователем проблемы. В-третьих, необходимо обеспечить подлинность знаний и соответствие извлеченных знаний истинным знаниям. Кроме того, важен выбор системы представления знаний, знания должны быть представлены так, чтобы обеспечить адекватность формируемых у пользователя знаний.

Достаточное внимание СКО должно уделяться и планированию в области СУЗ. Сложности возникают не только при выборе СУЗ для решения конкретной проблемы, как было отмечено ранее, но и при выявлении проблем достижения стратегических целей, что также является задачей СКО. При планировании СУЗ СКО должен провести сложную работу по диагностике брешей и дефицита знаний, иначе внедрение системы может оказаться не рентабельным.

Подводя итог рассмотрению деятельности СКО, можно сказать, что в отличие от СЮ, для которого важна техническая осведомленность, основной характеристикой работы СКО является организационный навык. СКО должен быть отличным организатором, обладать ярко выраженными лидерскими качествами, навыками в области психологии и межличностных отношений, опытом презентации и коммуникативными способностями, а также иметь некоторые познания в области информационных технологий.

В стратегическом плане следует отметить, что в отличие от СЮ, интересы СКО реже учитываются при принятии высшим руководством стратегических решений в управлении компанией. Это объясняется тем, что формирование системы знаний в компании не всегда может принести очевидные выгоды в короткие сроки. Затраты на формирование системы могут быть неоправданно завышенными и не окупаемыми на взгляд руководства. Стратегическая задача СКО убедить руководство в рентабельности систем управления знаниями, в полезности их для компании, и в том, что при использовании таких систем в будущем компания получит конкурентные преимущества на рынке.

Заключение

Рассмотрев с данных позиций должностные обязанности СЮ и СКО, еще раз следует отметить основные моменты. Деятельность СЮ и СКО ведется по трем направлениям: формирование, обслуживание и планирование в области ИС и СУЗ соответственно. Для СЮ главным направлением явлением является планирование в области использования IT-технологий в компании. Для СКО все три направления являются ключевыми. Должность СЮ носит в большей степени технический характер, а должность СКО социальный и организационный. При этом при решении стратегических вопросов руководство компании чаще учитывает интересы СЮ, интересы же СКО в отечественных компаниях учитываются редко. Проанализировав процесс развития ИМ в компаниях и эволюцию должностных обязанностей СЮ, можно говорить о том, что аналогично этому, в скором времени управление знаниями и деятельность СКО приобретут в большей степени стратегическое значение.

Библиография

[Гаврилова Т., Хорошевский В., 2000] Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер.

[ТАУ, 2007] Тольяттинская академия управления. Информационный менеджмент – <http://it.taom.ru>, 2007.

[Bytheway, 2004] Bytheway A. The Information Management Body of Knowledge – Cape Town, 2004.

[Wikipedia] Wikipedia. Knowledge Management – en.wikipedia.org

Информация об авторах

Екатерина Дементьева – Студентка, СПбГПУ, Россия, Санкт-Петербург, 7-я линия В.О., 8, кв. 9;
e-mail: katya_dementeva@mail.ru

Татьяна Гаврилова – Профессор Высшей Школы Менеджмента при СПбГУ;
e-mail: t_gavrilova@gmail.com

МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ДОСТУПА К ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ В АРХИТЕКТУРЕ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Анна Воскобойникова

Аннотация: В работе проанализированы принципы построения распределенных интеллектуальных информационных систем. В рамках построения модели интеграции информационных систем разработан подход к организации доступа к онтологической системе на основе организации взаимодействия интеллектуальных агентов.

Ключевые слова: онтологическая система, интеллектуальный агент, интеграция информационных систем.

ACM Classification Keywords: C.0 Computer Systems Organization - System architectures, I.2.11 Distributed Artificial Intelligence - Multiagent systems

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

Разработка распределенных интеллектуальных информационных систем сталкивается с различного рода проблемами, однозначных механизмов решения которых на сегодня не существует. Это требует от разработчиков предметного анализа каждой отдельной задачи для выработки процедуры и методов ее решения. Одной из таких задач является задача интеграции нескольких информационных систем, которые построены на онтологиях. Здесь речь идет не просто о том, чтобы объединить несколько систем в одну, организовать их по принципам построения распределенных систем [Таненбаум, 2003] или реализовать общий интерфейс доступа к данным нескольких систем, а о том, что нужно интегрировать знания систем, построенных на онтологиях. Поэтому классические модели интеграции, которые были рассмотрены и проанализированы в [Воскобойникова, 2008-05, Воскобойникова, 2008-09], для решения такого рода задач не подходят. На сегодня были предприняты попытки модифицировать существующие архитектуры интеграции для обеспечения обработки знаний информационных систем и учета их бизнес-логики [Воскобойникова, 2009], что дало значительные результаты при решении таких задач, как построение витрин знаний, Knowledge Module для всех промышленных СУБД. Однако это не дает возможности сказать, что задача интеграции интеллектуальных информационных систем решена.

Разработанная архитектура интеграции интеллектуальных информационных систем

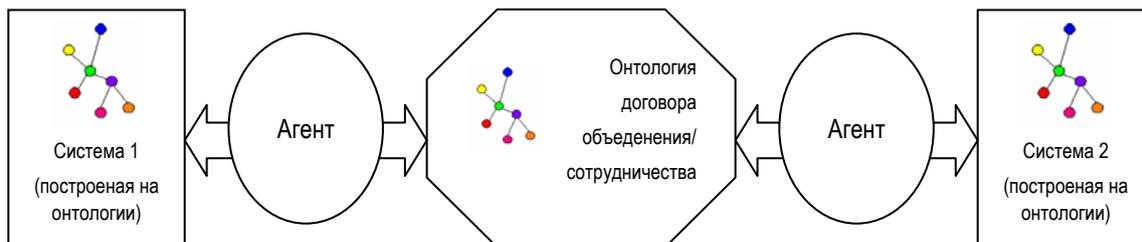
Анализ проблемы интеграции выявил критерии и принципы, которым должна соответствовать архитектура интеграции интеллектуальных информационных систем [Воскобойникова, 2009]:

- данные информационных систем не должны перемещаться в какие-либо общие хранилища;
- не должна создаваться избыточность в дублировании документов;
- существующий формат документов не должен преобразовываться;
- не должны создаваться какие-либо новые описания системы, помимо уже присутствующих;
- интеграция не должна никак изменять существующую структуру интегрируемых систем (исключая те случаи, когда информационная структура предприятия меняется из-за его присоединения к

другому предприятию и в соответствии с этим необходимо изменить структуру его информационной системы);

- описания информационных систем не должны объединяться;
- потоки данных должны быть максимально прозрачными и описывать бизнес-процессы между интегрируемыми системами.

Исходя из этих требований, была предложена общая архитектура интеграции, которая представлена на следующем рисунке.



- Система 1 и Система 2 – это интегрируемые информационные системы, построенные на онтологиях, двух предприятий/организаций, которые заключили договор объединения/сотрудничества;
- Онтология договора объединения/сотрудничества – это онтологически описанный документ, который регламентирует суть и принципы объединения предприятий/организаций и устанавливает необходимые разграничения в установившихся между ними отношениях;
- Агент – это сущность (-ти), которые направляет запросы от Системы 1 к Системе 2 (и наоборот) в рамках разграничений доступа, которые представлены в Договоре.

Особенности интеграции онтологических информационных систем

Онтологическая информационная система состоит из многих компонентов, но для решения задачи интеграции внимание нужно уделить только трем ее компонентам:

- онтология системы;
- база знаний системы;
- бизнес-логика системы.

Следует отметить, что в современных интеллектуальных системах, построенных с применением онтологий, сама онтология часто носит описательную роль и никак не связана с реальными объектами информационной системы. Поэтому говорить об организации автоматического вывода на онтологии нельзя.

Также следует отметить, что бизнес-логика системы – совокупность правил, принципов, зависимостей, поведения объектов предметной области системы – часто реализована в различных компонентах системы: в базе знаний, программном коде, в самой онтологии, в архитектуре системы. Это приводит к тому, что обращаясь к системе извне нельзя точно сказать, как именно она сформировала ту или иную реакцию на запрос.

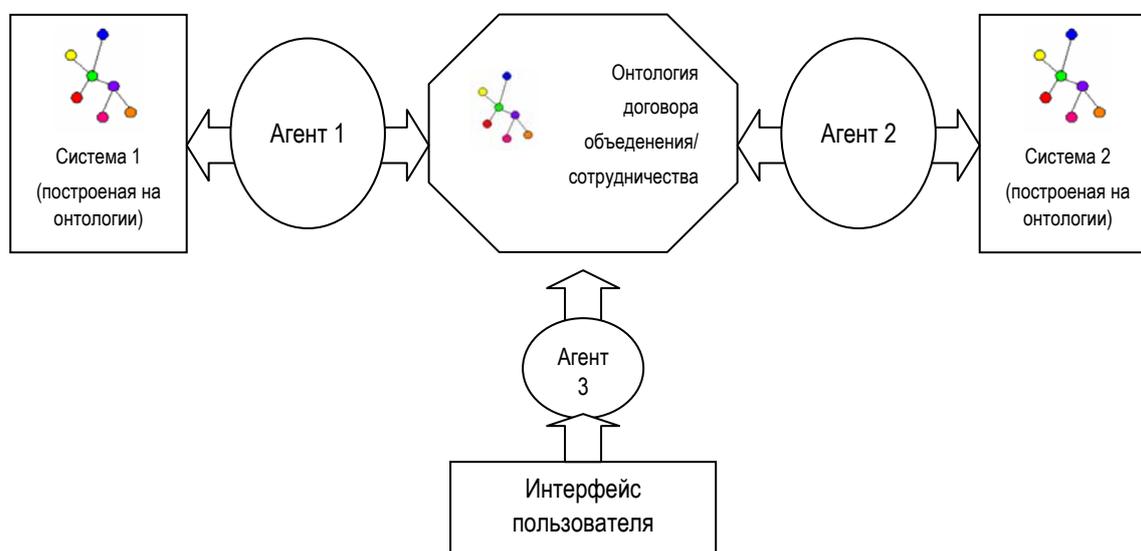
Поэтому говорить об автоматической интеграции систем, построенных на онтологии так же не корректно, так как процесс интеграции коснется только интеграции онтологий, баз знаний и объединения интерфейса систем. При этом та бизнес-логика, которая была заложена в архитектуру каждой отдельной системы, в

программный код систем останется незатронутой процессом интеграции. Что дает возможность говорить о неполноценности и незавершенности процесса интеграции в целом.

Архитектура интеграции, которая предложена в предыдущем разделе, дает возможность избежать подобных проблем, т.к. дает возможность интегрируемым системам работать и развиваться в соответствии с теми правилами бизнес-логики, которые в них были заложены при разработке. И параллельно с тем, что каждая интегрируемая интеллектуальная система будет функционировать по тем правилам, которые были вложены в нее при разработке, для конечного пользователя это будет выглядеть так, будто он обращается к единой целостной системе.

Расширение архитектуры интеграции интеллектуальных информационных систем

Более детальная структура организации архитектуры интеграции интеллектуальных информационных систем представлена на следующей схеме.



Процедура работы по такой архитектуре сводится к следующим положениям:

- Агент 1 обладает полными знаниями о Системе 1 и может дать любую информацию о ней, ответить на любой запрос к системе, оставшаяся часть архитектуры для него неизвестна, Агент 1 получает из нее запросы и посылает ей ответы посредством Агента 3;
- Агент 3 получает запрос от пользователя, которому принципиально не важно к скольким системам он обращается, формализует его в соответствии с его внутренними требованиями и в соответствии с Договором (на этом этапе запрос видоизменяется в соответствии с политикой объединения систем и ограничениями прав пользователя) и направляет его Агенту 1 и Агенту 2 ... Агенту N, после получения ответов Агент 3 возвращает их пользователю;
- Агент 2 действует по тому же принципу, что и Агент 1, только с Системой 2 (такого рода агентов и систем может быть множество);
- Договор формализует бизнес-логику взаимодействия интегрируемых систем.

Таким образом, из схемы понятно, что предлагаемая архитектура интеграции обеспечивает возможность сохранить неизменными бизнес-логику существующих систем и при этом формализовать их взаимодействие на основе создания онтологии Договора объединения.

Мультиагентный интерфейс онтологической информационной системы

Организация интерфейса к онтологической информационной системе на основе применения мультиагентных технологий подразумевает создание интеллектуального агента, который будет сопровождать каждую из интегрируемых информационных систем.

Примечание 1. В контексте данной работы не рассматриваются процедуры формализации запроса пользователя и сопоставления его с онтологией Договора взаимодействия систем.

Примечание 2. Рассмотрен случай, когда онтологическая система статична во времени – не изменяет свою архитектуру и онтологию.

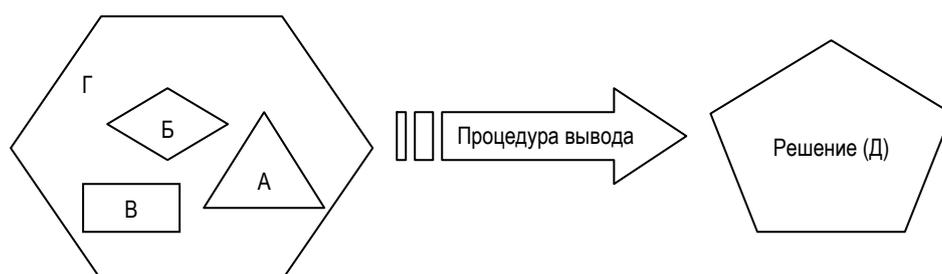
Характеристики проектируемого интеллектуального агента:

- в качестве внешней среды агент будет видеть запрос к системе и все ее данные и характеристики;
- набор действий агента будет представлен в виде правил, описывающих предметную область информационной системы;
- целью агента будет получение знаний из онтологической системы по запросу пользователя, основываясь на имеющихся у него правилах.

Алгоритм получения ответа на запрос пользователя с учетом применения предложенной архитектуры интеграции и ограничений, обозначенных в примечаниях:

- шаг 1: интеллектуальный агент получает формализованный запрос (В);
- шаг 2: интеллектуальный агент выделяет часть онтологии системы, релевантную запросу (Б);
- шаг 3: интеллектуальный агент формирует онтологию задачи на основе правил (А), которые являются его внутренней информацией, части онтологии (Б), релевантной запросу, и формального описания запроса (В);
- шаг 4: интеллектуальный агент производит вывод по онтологии задачи (Г);
- шаг 5: интеллектуальный агент возвращает формализованный ответ на запрос (Д) – знания предметной области.

Таким образом, формально действия агента можно представить следующей схемой:



Примечание 3. В ходе обработки запроса и поиска ответа интеллектуальный агент косвенно работает с базой знаний системы, обращаясь к ее объектам через ссылки онтологии Б.

Следует отметить, что в предложенной модели наиболее оптимальным форматом представления внутреннего знания интеллектуального агента и механизмом вывода для подобных систем будет служить язык SWRL. Его использование позволит заложить во внутренние свойства интеллектуального агента бизнес-логику системы и обеспечить возможность проведения логического вывода в терминах предметной области. Причем, сама онтология системы и формальное представление запроса могут быть реализованы как с помощью OWL, так и с помощью RDF.

Выводы

В работе была проанализирована и дополнена модель архитектуры интеграции нескольких информационных онтологических систем [Воскобойникова, 2009]. В качестве дополнения архитектуры интеграции был описан процесс обращения в целостной системе через организованный интерфейс пользователя. Так же, была рассмотрена процедура организации интерфейса к онтологической системе на основе использования мультиагентных технологий. Организация интерфейса посредством реализации интеллектуального агента подразумевает создание сущности, которая владеет всей информацией об онтологической системе (знание бизнес-логики системы, онтологической структуры, доступ к базе знаний). Такая сущность потенциально может дать ответ на любой запрос относительно онтологической системы и знаний, которые она в себе содержит. Однако в рамках предложенной архитектуры предусмотрено ограничение запросов к каждой из интегрируемых систем в соответствии с формальным описанием взаимодействия систем на основе договора объединения/сотрудничества.

Библиография

- [Таненбаум, 2003] Э. Таненбаум, М. Ван Стеен. Распределенные системы. Принципы и парадигмы – СПб.: Питер, 2003 – 877с.
- [Воскобойникова, 2008-05] Воскобойникова А.А. Интеграция данных и знаний в информационной системе. Интеллектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту. ISDMCI'2008. Збірка наукових праць у трьох томах. Т.3 (частина 1). Теоретичні і прикладні аспекти систем прийняття рішень. Євпаторія – 2008. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2008. с. 94-97.
- [Воскобойникова, 2008-09] Воскобойникова А.А. Онтология как средство интеграции данных. Праці IV міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень». – Ужгород, УжНУ, 2008. – 175 с.
- [Воскобойникова, 2009] Разработка архитектуры интеграции нескольких информационных систем – Восточно-Европейский журнал передовых технологий // статья подана в печать.
- [W3C, 2004] SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML – [http://www.w3.org/Submission/SWRL/]

Информация об авторе

Анна Воскобойникова – аспірантка спеціальності 05.13.23 – «Системи і средства искусственного интеллекта», асистент кафедри Искусственного интеллекта, Харьковський національний університет радіоелектроніки, 61166, Харків, пр. Леніна 14, ауд. 255;
e-mail: voskobojnikova@gmail.com

Humans & AI

БАЗОВАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА БОРТОВЫХ ОПЕРАТИВНО СОВЕТУЮЩИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ТИПОВЫХ СИТУАЦИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Борис Федун

Аннотация. Базовая алгоритмическая оболочка для бортовых оперативно советующих экспертных систем типовых ситуаций функционирования (БОСЭС ТС) антропоцентрических объектов ориентирована на формальную модель предметной области, которая включает понятия: генеральные задачи функционирования антропоцентрического объекта (Антр/объекта), семантические сети типовых ситуаций (ТС) функционирования и проблемных субситуаций (ПрС/С) в них. БОСЭС ТС имеет в базе знаний два иерархических уровня. На первом производятся правила оперативно активизируют адекватную ПрС/С. На втором уровне решаются задачи активизированной ПрС/С с использованием динамических моделей развития ее фрагментов с помощью механизмов вывода: многокритериальный выбор альтернативы решения, решение по прецеденту, решение с помощью оптимизационной задачи, производные правила. При разработке БОСЭС ТС для конкретной ТС базовая оболочка наполняется знаниями по этой ТС с одновременным отсеиванием невостребованных фрагментов. При программной реализации наполненной знаниями алгоритмической оболочки ее адаптируют к бортовой информационной среде заданного типа Антр/объекта и вычислительным возможностям его бортовой вычислительной системы.

Ключевые слова: модель, база знаний, алгоритмическая оболочка..

Conference: The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009

Введение

Антропоцентрическим объектом (Антр/объектом) называется совокупность измерительных и исполнительных устройств, *системообразующего ядра* (борт Антр/объекта), в котором главенствующая роль принадлежит команде операторов (экипажу) В названном ядре решаются задачи оперативного целеполагания и определения рационального пути достижения оперативно назначенной цели.

Алгоритмы решения задач *системообразующего ядра* реализуются БЦВМ-алгоритмами и экипажем (алгоритмы деятельности экипажа (АДЭ)). В современных Антр/объектах задачи оперативного целеполагания могут решаться только экипажем (АДЭ), которому для этого на информационно управляющем поле (ИУП) его рабочего места (кабины) создается (с помощью БЦВМ-алгоритмы) информационная модель внешней и внутри объектовой (бортовой) обстановки. Задачи определения рационального пути достижения оперативно назначенной цели решаются либо экипажем (АДЭ) либо *бортовыми оперативно советующими экспертными системами* (БОСЭС) - специфическими БЦВМ-алгоритмами- специфическим классом бортовых интеллектуальных систем [Стефанов и др., 2006, Fedunov, 2005].

В инженерной и научной практике принята следующая функциональная классификация бортовых интеллектуальных систем (БИС) Антр/объектов:

- БИС ситуационной осведомленности экипажа, обеспечивающая ему адекватное представление о внешней и внутри бортовой обстановке. Эти БИС представляют экипажу на информационно управляющем поле кабины когнитивную (в ряде случаев только интегрированную) информационную модель, позволяющую экипажу оперативно назначать текущую цель сеанса функционирования в соответствии с выполняемой генеральной задачей сеанса, рангом Антр/объекта в группе и сложившейся обстановкой.

БИС ситуационной осведомленности относятся к классу информационных интеллектуальных систем.

- БИС решения «тактических» задач, вырабатывающих рекомендации экипажу по решению «тактических задач» текущего этапа сеанса функционирования (способу достижения оперативно назначенной цели сеанса).

БИС решения тактических задач относятся к классу бортовых оперативно советующих экспертных систем (БОСЭС ТС).

- БИС, обеспечивающие эффективную работу комплексов бортовой аппаратуры Антр/объекта.

Эти БИС непосредственно не работают с экипажем. Структура их баз знаний определяется задачами и обликом соответствующих комплексов бортовой аппаратуры Антр/объекта.

Бортовая интеллектуальная система ситуационной осведомленности и бортовые интеллектуальные системы класса БОСЭС ТС, являющиеся вместе с алгоритмами деятельности экипажем интеллектуальной составляющей системообразующего ядра Антр/объекта. БОСЭС ТС обеспечивают интеллектуальную поддержку экипажу при решении им тактических задач на соответствующем этапе сеанса функционирования Антр/объекта.

Для разработки таких систем потребовался переход от разработки бортового алгоритмического и индикационного обеспечения (АиИО) для отдельных эпизодов сеанса функционирования Антр/объекта (эта разработка обслуживалась моделью «Эпизод») к разработке АиИО типовых ситуаций сеанса (модель «Ген/задача – ГлуУ»).

1. Математическая модель антропоцентрического объекта «Ген/задача – ГлуУ» для разработки его алгоритмического и индикационного обеспечения

Модель антропоцентрического объекта «Ген/задача – ГлуУ», используемая для проектирования бортового алгоритмического и индикационного обеспечения (АиИО), имеет три составляющие [Стефанов и др.]:

- описание иерархии управления в антропоцентрическом объекте (модель собственно Антр/объекта),
- описание процесса функционирования Антр/объекта во внешней среде (модель процесса функционирования),
- описание функционирования группы Антр/объектов.

Модель собственно Антр/объекта (рис.1) описывает три оперативных глобальных уровня управления (ГлуУ)

- первый глобальный уровень управления (IГлуУ) – назначение текущей цели полета (уровень целеполагания),
- второй глобальный уровень управления (IIГлуУ) – выбор рационального способа достижения оперативно назначенной цели,
- третий глобальный уровень управления IIIГлуУ – реализация выбранного способа.

Модель процесса функционирования Антр/объекта (рис.1) содержит набор назначенных к алгоритмизации генеральных задач процесса функционирования Антр/объекта; представление каждой генеральной задачи через дерево (семантическую сеть) типовых ситуаций (ТС) сеанса функционирования, в свою очередь представление каждой ТС через дерево (семантическую сеть) проблемных субситуаций (ПрС/С).

Задачи I ГЛУУ и II ГЛУУ решаются в системообразующем ядре Антр/объекта.

Модель группы Антр/объектов.

Для разработки бортового алгоритмического и индикационного обеспечения работы группы Антр/объектов принята многоуровневая иерархия группы.

На современном уровне развития теории и практики создания бортового алгоритмического и индикационного обеспечения (АиИО) решение всех задач I ГЛУУ доступно только экипажу (алгоритмы деятельности экипажа – АДЭ). Инженеры проектировщики АиИО для обеспечения решения экипажем этих задач должны создать легко воспринимаемую экипажем информационную модель внешней и внутри бортовой обстановки, обеспечивающую экипажу *ситуационную осведомленность*. Эта модель, реализуется бортовыми БЦВМ-алгоритмами и предъявляется экипажу на *информационно управляющем поле* (ИУП) кабины экипажа.

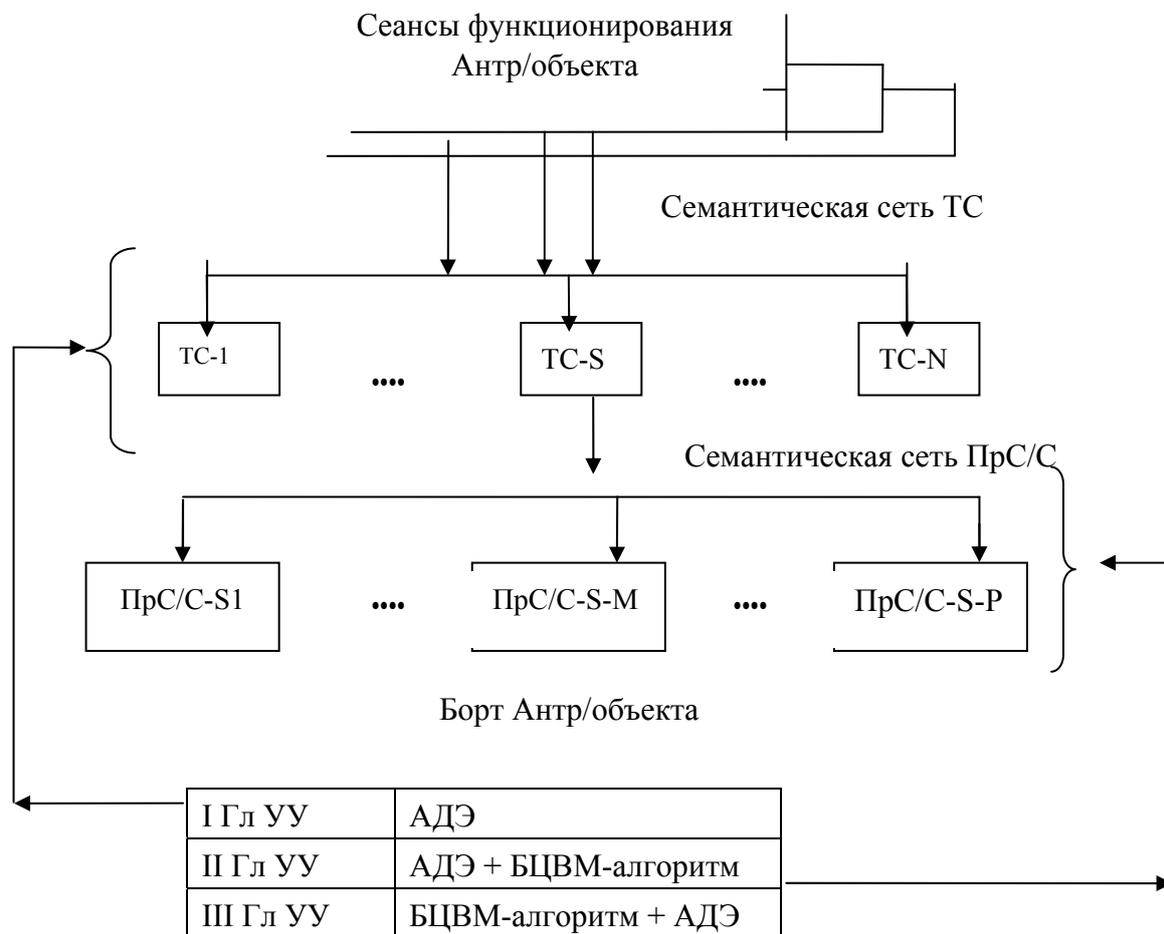


Рис.1. Модель Антр/объекта для проектирования АиИО

Задачи второго глобального уровня могут решать создаваемые в настоящее время бортовые оперативно советующие экспертные системы типовых ситуаций сеанса функционирования Антр/объекта.

Вырабатываемые бортовыми оперативно советующими экспертными системами типовых ситуаций сеанса (БОСЭС ТС) решения предъясняются в качестве рекомендаций на информационно управляющее поле кабины экипажа. Рекомендации анализируются им и санкционируются на исполнение.

При одновременном функционировании иерархически упорядоченной группы Антр/объектов, оснащенных БОСЭС одной и той же типовой ситуации, возникает задача обеспечения совместной работы всех БОСЭС ТС группы (коалиции БОСЭС), с учетом результатов подготовки Антр/объектов к предстоящему сеансу функционирования и текущей информации, получаемой через бортовые измерительные устройства каждым объектов взаимодействующей группы.

В отличие от рассмотренной модели «Ген/задача – Глуу» в ранее использованной модели для разработки бортового АиИО «Эпизод» не рассматриваются сеансы функционирования, генеральные задачи и типовые ситуации в них. В модели предъясняется набор не связанных друг с другом эпизодов сеансов функционирования. Для каждого из них автономно разрабатывается свое АиИО.

2. Бортовые оперативно советующие экспертные системы типовых ситуаций (БОСЭС ТС) сеансов функционирования Антр/объекта

Для предметных областей, которые можно адекватно описать моделью «Ген/задача-Глуу» создаются БОСЭС ТС, предназначенные для решения задач второго глобального уровня управления [Fedunov, 2005].

Для адекватного представления знаний ТС в БОСЭС ТС найдены математические формы их полного представления. Совокупность этих форм назовем алгоритмической оболочкой БОСЭС ТС. Эти математические формы затем наполняются конкретными знаниями определенной ТС.

В базе знаний БОСЭС используется:

а) априорная информация о генеральной задаче сеанса функционирования Антр/объекта и ожидаемых условиях его выполнения, подготовленная во вне бортовой системе подготовки сеанса функционирования;

б) текущая качественная и количественная информация, поступающая от бортовых измерительных устройств, из ИУП кабины (от экипажа) и из других БЦВМ-алгоритмов.

БОСЭС ТС в каждый текущий момент времени реализуемого сеанса функционирования Антр/объекта вырабатывает рекомендации экипажу по способу решения проблемы, возникшей перед Антр/объектом.

В базу знаний БОСЭС ТС входят: а) двухуровневая (по семантике) иерархическая база механизмов вывода; б) база математических моделей; в) блок формирования рекомендаций экипажу и комментариев к ним; г) блок регистрации отказов экипажа от предложенных рекомендаций.

База знаний БОСЭС относится к типу стационарных. Абсолютное время в ней реализуется: через событийную шкалу значимых событий, генерируемых математическими моделями (ММ) соответствующего типа; через смену правил выработки рекомендаций при смене ПрС/С; через постоянное использование структур ситуационного управления.

3. Двухуровневая иерархическая база механизмов вывода [Федунов, 2002]

Первый иерархический уровень базы механизмов вывода. По текущей информации от бортовых измерительных устройств, «штатных» бортовых БЦВМ – алгоритмов, сигналов с информационно-управляющего поля (ИУП) кабины экипажа в базе знаний БОСЭС ТС формируется ситуационный вектор SV(ТС - ПрС/С), описывающий состояние внешней и внутри бортовой обстановки для назначения (или идентификации) текущей ПрС/С. Механизм такого назначения назовём механизмом вывода на множестве

ПрС/С. Конструируют его на базе материалов работы с экспертами, являющимися специалистами в рассматриваемой предметной области.

В БОСЭС ТС эти механизмы реализуются в форме правил «если..., то..., иначе...», полнота и непротиворечивость которых достигается отработкой БОСЭС ТС на системах имитационного моделирования совместно с экспертами.

Второй иерархический уровень базы механизмов вывода. Для активизированной на первом иерархическом уровне ПрС/С находится рациональный способ ее решения. Используемые при этом механизмы вывода (нахождения) представляются четырьмя типами механизмов.

Первый тип механизмов - механизм идентичный упомянутому выше механизму назначения ПрС/С. Однако, конструируют его для разрешения ПрС/С в базе знаний БОСЭС не столько на базе материалов работы с экспертами, сколько и, прежде всего, по результатам математических исследований оптимизационных задач, адекватных рассматриваемым ПрС/С. Специфика ПрС/С в этом случае превалирует над эвристическими методами её рассмотрения.

Второй тип механизмов вывода, построен на базе метода многокритериального выбора альтернативы, разработанного американским учёным Т. Саати. Частный пример использования такого механизма описан в [Мусарев и др. 2001].

Механизмы вывода третьего типа, вывод по прецеденту, использует своеобразную матрицу знаний и описание ПрС/С через ситуационный вектор $SV(\text{ПрС/С-решение})$, координатами которого являются лингвистические переменные [Fedunov, 2006].

Механизм вывода четвертого типа - так называемый «оптимизационный вывод». В этом случае проблема и ее решение формализуется в виде оптимизационной задачи, оптимальное решение которой отыскивается в реальном времени численными методами. Частный пример использования такого механизма описан в [Демкин и др., 2008].

4. База математических моделей

Конкретика знаний по предметной области (модель мира ТС) в базах знаний БОСЭС ТС представляется: ситуационными векторами $SV(\text{ТС} - \text{ПрС/С})$; семантической сетью ПрС/С ТВ ТС, значимыми событиями в ТС, альтернативами решения проблем, критериями выбора предпочтительной альтернативы, матрицами парных сравнений, матрицами знаний по прецедентам, математическими моделями (ММ).

В отечественных и зарубежных разработках БОСЭС использованы в моделях мира следующие типы математических моделей (ММ).

ММ первого типа - имитационная ММ пространственно - временного прогноза развития ПрС/С.

Модель включает: дифференциальные уравнения с ограничениями на фазовые координаты и управление, блок генерирования допустимых управлений, условия окончания интегрирования.

Пример использования такой модели дан в [Демкин и др., 2008]

ММ второго типа – модель генерирования и ранжирования альтернатив решения ПрС/С.

Модель включает: блок генерирования множества альтернатив по заданным их типам, дифференциальные уравнения имитации развития ПрС/С по каждой альтернативе с оценкой значений критериев предпочтения альтернатив, априорно задаваемую и оперативно корректируемую матрицу парных сравнений критериев, алгоритм расчета глобальных приоритетов альтернатив.

Пример использования такой модели дан в [Мусарев и др.2001]

ММ третьего типа – ММ оптимизационного выбора решения ПрС/С.

Модель включает: дифференциальные уравнения с ограничениями на фазовые координаты и управление, блок генерирования допустимых управлений, процедуры оптимизации (max, min; maxmin, minmax).

Пример использования такой модели дан в [Демкин и др., 2008]

ММ четвертого типа – математические модели определения координат ситуационных векторов SV(ТС – ПрС/С), SV(ТС – ПрС/С).

Структура модели определяется бортовой информационной средой конкретного Антр/объекта и семантикой координаты ситуационного вектора, которую нужно определить.

5. Состав алгоритмической оболочки для разработки БОСЭС ТС

Оболочка определяет общую структуру базы знаний БОСЭС ТС, выделяя необходимые для любой БОСЭС ТС предметно независимые и предметно зависимые следующие составляющие:

- двухуровневая иерархическая структура базы знаний,
- выделенные для каждого уровня механизмы вывода:
- для первого иерархического уровня - продукционные правила с ситуационных векторов SV(ТС – ПрС/С) для активизации конкретной ПрС/С,
- для второго иерархического уровня в зависимости от специфики ПрС/С предлагаются апробированные на практике механизмы вывода:
 - o многокритериальный выбор альтернативы решения ПрС/С,
 - o решение ПрС/С по прецеденту,
 - o оптимизационный выбор,
 - o продукционные правила;
- различного типа математические модели (ММ):
 - o пространственно временного прогноза развития ПрС/С,
 - o генерирования альтернатив решения ПрС/С,
 - o для оптимизационного выбора,

Из перечисленного выделим предметно независимые составляющие оболочки, по которым целесообразно разработать программные оболочки:

- двухуровневая иерархическая структура базы знаний с продукционными правилами,
- набор механизмов вывода для второго иерархического уровня:
 - o многокритериальный выбор альтернативы решения ПрС/С,
 - o решение ПрС/С по прецеденту;
 - o продукционные правила,
 - o оптимизационный вывод.

Состав алгоритмической оболочки (алгоритмический сценарий) представлен в табл.1.

Таблица 1. Алгоритмический инструментарий для баз знаний БОСЭС ТС

Механизмы вывода	Структуры моделей мира	ММ, используемые в моделях мира	Корректировка-1	Корректировка-2
Продукционные правила	SV; альтернативы решения проблемы	Тип I Тип IV	Нет	Нет

Многокритериальный выбор	Типы альтернатив, критерии, матрицы парных сравнений	Тип II: генерирование альтернатив по заданному типу	Допустимые типы альтернатив	Корректировка матриц парных сравнений
Вывод по прецеденту	Матрица знаний, включающую в себя SV, множество прецедентов	Тип I Тип IV	Нет	Нет
Оптимальный поиск	Оптимизационная задача: объект, допустимые управления, критерий выбора, процедура	Тип III	Да	Нет

6. Использование алгоритмической оболочки в технологических этапах разработки баз знаний БОСЭС ТС.

В инженерной практике [Козловских и др. 1995; Федунов, 2002; Рыбина 2008] сложились следующие технологические этапы разработки баз знаний БОСЭС ТС:

1. Изучение и формализация типовой ситуации с целью выявления семантической сети проблемных субситуаций (ПрС/С) и конструирования ситуационных векторов SV(ТС) и SV(ТС-ПрС/С), позволяющих идентифицировать соответственно ТС и ПрС/С в ней (конструирование первого иерархического уровня БЗ БОСЭС ТС).
2. Формирование множества значимых событий в ТС и поиск оптимальных (рациональных) способов решения каждой задачи в каждой проблемной субситуации
3. Формирование для каждой ПрС/С фрагмента алгоритмической оболочки БОСЭС ТС с адекватными ТС моделями мира и механизмами вывода (фрагменты второго иерархического уровня БЗ БОСЭС ТС). Формирование для всей ТС алгоритмической оболочки базы знаний БОСЭС ТС (интеграция первого и второго иерархического уровня БЗ БОСЭС ТС, формирование спецификаций априорных и оперативных входных сигналов в БЗ БОСЭС ТС и спецификаций выходных сигналов (рекомендаций экипажу на ИУП кабины)).
4. Создание базового образца БОСЭС ТС (наполнение знаниями алгоритмической оболочки БОСЭС с отсечением не востребуемых фрагментов) и системы имитационного моделирования (СИМ) для отработки фрагментов (по ПрС/С) базы знаний БОСЭС ТС.
5. Адаптация базового образца БОСЭС ТС к бортовой информационной среде выбранного класса Антр/объектов.

Исходным документом для разработки БЗ БОСЭС ТС является естественно языковое описание функционирования Антр/объекта «Логика работы системы «экипаж – бортовая аппаратура»». Описание структурируется согласно описанной выше ММ «Ген/задача – ГлуУ» и имеет следующие рубрики:

- по сеансам функционирования,
- по ТС в них.

Вербальное описание ТС ХХХ в сеансе функционирования ХХХ для разработки интеллектуальной системы БОСЭС ТС имеет следующие рубрики.

Для каждого Антр/объекта группы:

1. Условия возникновения (активизации) ТС. Предлагаемая форма предъявления информации на ИУП (информационные кадры, речевые сообщения) для принятия оператором этого решения.
2. Состав и причинно следственные связи ПрС/С в рассматриваемой ТС.
3. По каждой ПрС/С:
 - а) условия наступления ПрС/С,
 - б) состав и описание решаемых экипажем задач, требующих интеллектуальной поддержки экипажа,
 - в) примеры решения экипажем этих задач в настоящее время:
 - информация для решения каждой из этих задач (бортовая текущая, от Антр/объектов своей группы, от вне групповых источников; априорная (из системы подготовки сеанса функционирования), «интуитивная»),
 - структура решения,
 - способ реализации принятого решения (оценка ожидаемого числа ручных операций экипажа),
4. Интегральный индикационный кадр на ИУП кабины экипажа с рекомендациями БОСЭС ТС. Желаемое место и форма предъявления рекомендаций.
5. Состав и содержание желаемых речевых сообщений.

Для группы Антр/объектов как единого целого (если ТС ХХХ выполняется группой Антр/объектов):

- состав группы Антр/объектов и иерархии управления в группе, на каждом Антр/объекте которой должна работать разрабатываемая БОСЭС ТС,
- информационное и управленческое взаимодействие в группе.

Заключение

1. Базовая алгоритмическая оболочка БОСЭС ТС разработана как универсальная структура для наполнения знаниями по любой типовой ситуации (ТС) функционирования антропоцентрического объекта с одновременным отсечением фрагментов, не востребуемых для этой ТС. На ее основе возможна разработка программной оболочки БОСЭС ТС.
2. Оболочка ориентирована на формальную модель предметной области «Ген/задача-ГЛУУ».
3. Алгоритмическая оболочка БОСЭС ТС имеет в базе знаний два иерархических уровня. На первом продукционные правила оперативно активизируют адекватную ПрС/С. На втором уровне решаются задачи активизированной ПрС/С с помощью механизмов вывода: многокритериальный выбор альтернативы решения, решение по прецеденту, решение с помощью оптимизационной задачи, продукционные правила.
4. Базовая алгоритмическая оболочка адаптируется к соответствующей ТС: определяются координаты ситуационный векторов для первого иерархического уровня БЗ SV(ТС-ПрС/С); потребные механизмы вывода и типы ММ для второго иерархического уровня БЗ.

Адаптированная к соответствующей ТС базовая алгоритмическая оболочка наполняется знаниями по этой ТС, превращаясь в базовую БОСЭС ТС.

При программной реализации ее адаптируют к бортовой информационной среде и бортовым вычислительным возможностям заданного типа Антр/объекта.

Литература

- [Демкин и др., 2008] Демкин М.А., Тищенко Ю.Е., Федунов Б.Е. Базовая бортовая оперативно советующая экспертные системы для дуэльной ситуации дальнего воздушного боя. – М., Изв. РАН, ТиСУ. №4 2008. стр.59-75.
- [Козловских и др. 1995]. Козловских Б.Д., Федунов Б.Е.. Нормативно - техническая документация при разработке БОСЭС //Стандартизация и унификация АТ. Вопросы авиационной науки и техники. Журнал НИИСУ. 1995. Вып. 1-2.
- [Мусарев и др. 2001]. Мусарев Л.М., Федунов Б.Е. Структура бортовых алгоритмов целераспределения на борту группы самолетов //Изв. РАН, ТиСУ, 2001.№6.
- [Рыбина, 2008] Рыбина Г.В. Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. Москва. Изд. Научтехлитиздат. 2008. 482 стр.
- [Стефанов и др., 2006] Стефанов В.А., Федунов Б.Е. Бортовые оперативно – советующие экспертные системы (БОСЭС) типовых ситуаций функционирования антропоцентрических (технических) объектов. Москва. Издательство МАИ. 2006.191 стр.
- [Федунов, 2002]. Федунув Б.Е. Бортовые оперативно советующие экспертные системы тактических самолетов пятого поколения (обзор по материалам зарубежной печати). –М., НИЦ ГосНИИАС, 2002.
- [Федунов,2002].Федунов Б.Е. Механизмы вывода в базе знаний бортовых оперативно советующих экспертных систем. // Изв. РАН. ТиСУ. 2002. №4
- [Fedunov, 2005].Fedunov Boris. The on-board operative advisory expert systems for anthropocentric object. International journal information theories & applications. ITHEA. 2005. vol.12. Number 4. pp.308 – 316.
- [Fedunov, 2006].В. Е. Fedunov Inference technique based on precedents in knowledge bases of intelligence systems. *Proc. of 8th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2006)*, Vol. 1. USATU, Ufa, Russia, 2006

Информация об авторе

Борис Федунув – ФГУП Научно исследовательский институт авиационных систем (ГосНИИАС),
Москва, Россия, e-mail: boris.fed@gosniias.ru

ANALYSIS OF HUMAN COMMONSENSE REASONING PROCESSES IN PATTERN RECOGNITION

Xenia Naidenova

Abstract. *Some examples of natural human common sense reasoning both in scientific pattern recognition problems and in solving logical games are given. An analysis of inference structure shows that inductive and deductive rules communicate in reasoning. An automated model for detecting the types of woodland from incomplete descriptions of some evidences is also given in this paper. The important part of this model is a small knowledge base of experts' knowledge about natural woodlands as biological formation.*

Keywords: *commonsense reasoning machine learning, rule-based inference, good diagnostic test*

Conference: *The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009*

Introduction

We concentrate our attention on analyzing and modeling natural human reasoning in solving different tasks: pattern recognition in scientific investigations, logical games, and investigation of crimes.

An Example of Reasoning Process in Pattern Recognition

The investigation of human reasoning process in different real situations is an inevitable step foregoing any work on modeling this process on computers. For studying, we have taken the process of visual deciphering forest images. In this case, the features of forest regions are investigated under stereoscope by a decipher (operator or executer), registered on blanks, and analyzed by the use of the decision rules created in advance by the specialists based on previous explorations and experiences.

The attempt to automate the process of deciphering forest images leads, first of all, to investigation algorithms used by the experts under visual deciphering these images (photographs).

So, we have analyzed, the dichotomous diagram (scheme) elaborated by an expert for Lena - Angara forest region under deciphering the types of forest plant conditions. The scheme is a decision tree the nodes of which are associated with the factors or attributes' values to be checked during the deciphering process. The sequence of checking the factors in the nodes of scheme is rigidly assigned and optimum in the sense that for recognizing any of the forest plant types that examined in the diagram it is required the smallest of all possible ways in this diagram.

Our studies show that a strict collection of attributes and a strict sequence of their use do not reflect adequately the processes of specialists' natural reasoning during deciphering of photographs. Decision trees help greatly to increase the productivity of the work of decipherers, but they decrease the number of correctly recognized objects.

Decision tree is easier for inexperienced decipherer and more difficult psychologically for experienced decipherers. We have examined two forms of the experts' knowledge representations: 1) the dichotomous scheme familiar to a decision tree, 2) the table of rules reflecting the links between the factors and the type of forest (the types of forest plant conditions) with the indication of the occurrence frequency of factors.

Two decipherers worked: Executer 1 having experience of work more than 10 years and Executer 2, which did not have an experience of forest deciphering, but he knew how to carry out the preliminary processing of photographs and to work with the simplest stereo - instruments.

Two regions have been chosen: the basin of rivers Lena - Angara (Region 1) and Khentey - Chikoy region (Zabaykalie and Mongolia) (Region 2). The results of deciphering are represented in Tables 1, 2. The data of the ground-based assessment have been taken as true. The trustworthiness of recognition was estimated for 214 parts of Region 1 and for 192 parts of Region 2.

For the first experienced Executer 1, in the familiar Region 1, % of correct answers with the use of a strict algorithm falls. Although the percent of correct answers grows in the unknown Region 2 but it grows insignificantly.

For the second inexperienced Executer 2, the use of strict algorithm both in the familiar and in the unknown region leads to an increase % of the correct answers, but the level of correct recognition remains still very low: 62-64%.

Table 1. The Results of deciphering the types of woodland

Executer	Region 1		Region 2	
	By rules	By decision tree	By rules	By decision tree
	% correct results	% correct results	% correct results	% correct results
1	88	79	66	69
2	43	62	49	64

Table 2. The Productivity of Executer 1 and 2

Executer	Region 1		Region 2	
	By rules	By decision tree	By rules	By decision tree
	The number of parts			
1	100	326	92	289
2	65	209	70	238

Thus, in the absence of experience and of knowledge, it is unimportant what to use – table of rules or a strict algorithm, the application of algorithm leads only to an increase in productivity of labor of executer.

But if the executer possesses the experience and the knowledge of region (Executer 1 and Region 1), then he will recognize worse with the use of strict algorithm than without it, he psychologically rejects rigid diagram.

But in the unknown region, the behavior of Executer 1 is the same as the behavior of inexperienced one, but also, in this case, the strict algorithm does not lead to the strong improvement in the results - they are located approximately at the same level, as for inexperienced decipherer. Experienced specialist deteriorates his result in unknown regions. As far as inexperienced specialist it is unimportant, in what region to work.

If we remember that, from the point of view of the quantity of information, the set of rules is equivalent to the form of dichotomous scheme, it will become clear that only knowledge of additional information about the region helps executer to increase the percent of correct recognition and the information in the form of rules contributes to the more complete utilization of knowledge during the deciphering than rigid dichotomous diagram.

The more detail analysis of the reasoning of specialist during the deciphering makes it possible to formulate several properties of the natural reasoning process.

1. It is difficult for specialists to describe the sequence of his considerations (reasoning). Sometimes he can not describe it at all. Experienced specialist realizes that the sequence of his reasoning always different - it depends on the concrete situation, in which the deciphering occurs.
2. The same results can be established by using different collections of factors or attributes. For example, the degree of forest health can be refined, in some cases, according to closeness of forest canopy and the sizes of the projections of crowns, and, in other cases, with the use of the height above sea level, steepness of slopes and admixture of the deciduous species to the conifers.
3. Any factor, whose value is recognized (determined) in the course of reasoning, is involved, in turn, in the process of deciphering and used as a new factor for supporting or rejecting hypotheses. For example, after

establishing the type of forest by the use of the landscape features, the specialist can use it for evaluating the degree of forest health and the composition of forest (forest structure).

4. The priority of recognizing characteristics of forest cannot be established previously. First of all, are examined the features with the greatest degree of manifestation on aero-cosmo-photographs. The greatest priority belongs to forbidding features, since they exclude the impossible solutions. Diagnostic features play the important role - they make it possible to divide the hypotheses, which appeared during reasoning.

5. Cause-effect relations are used in reasoning not only in the direction “from the reason to the consequence”, but also in the direction “from the consequence to the reason”. This reasoning generates the statement of the form: “if A is true, then at least B can be true”. Let us name this statement hypothetical one.

A process of reasoning covers, in general, introducing or deleting assumptions (values of attributes or factors), hypotheses (values of goal (sub-goal) attributes, factors, objects (class of objects)), measured or observed values of attributes or factors (they are considered to be established correctly). Assumption, hypotheses and recognized values of forest features as a whole are range by their degree of possibility. Only such signs are selected, which should be verified for confirmation or refutation of hypotheses and only these hypotheses.

As a whole the process of deciphering can be presented as follows. By known (o recognized) features and known casual relations, hypotheses are generated of values of unknown features of forest plant conditions. Hypotheses, by means of known causal relations, generate assumptions of values of new involved features. Assumptions are checked against an observed situation on photographs. Assumption can be supported or rejected. Hypotheses associated with rejected values of attributes or factors are deleted from consideration. A hypothesis is admissible if its description is consistent. So the reasoning process is continued until the values of the necessary characteristics of forest plant conditions and totality of the features connected with them are obtained. In particular case, the decision set is empty or it contains a certain set of decisions, which do not contradict an observed situation, but have the different degree of confidence.

When all hypotheses were rejected, this speaks, that the causal relations do not fully reflect situations in the region and the classification, carried out in the stage of studying region, is not successful.

A situation can occur when it is not possible to recognize necessary features on the photograph. In this case, it is possible of all hypotheses to select those, which coincide with the concrete situation in a maximum quantity of features. It is obviously that several hypotheses can be obtained each of which has the certain degree of probability. It is important that the process of natural reasoning makes it possible to estimate not only authenticity of conclusion, but also meaningfully to explain, as this conclusion was obtained.

Knowledge in this model is a system of coordinated links objects \leftrightarrow classes of objects, classes of objects \leftrightarrow properties, objects \leftrightarrow properties. For instance, “all squares are rhombs”, “square is a rhomb”, “all the angles of rectangle are right”, “square is a rhomb all the angles of which is right”, “if the sun is in the sky and not raining, then the weather is good”, “conifers are pine-tree, fir-tree, cedar”. These connections have causal nature and can be formally expressed with the aid of implications. By commonsense reasoning we understand constructing and using the coordinated classification connections between objects, properties and classes. This understanding goes back to the work of Jean Piaget & Bärvel Inhelder (1959).

The use of these connections is based on the application of syllogisms as deductive reasoning rules. These are rules of everyday reasoning or commonsense reasoning. The construction of these connections is a field of the application of ML algorithms. Reducing these algorithms to the approximations of an assigned classification (partitioning) of a given set of objects' examples gives the possibility to transform them into a model of reasoning in which inductive inference entails applying deductive commonsense reasoning rules.

The following types of rules are used for commonsense reasoning (Naidenova, 2007a):

INSTANCES (evidences) really observed. Instances serve as a source for inductive inference of generalized rules or implicative assertions.

IMPLICATIVE ASSERTIONS describe regular relationships connecting together objects, properties and classes of objects. We consider the following forms of assertions: implication ($a, b, c \rightarrow d$), forbidden rule ($a, b, c \rightarrow \text{false}$ (never)), diagnostic rule ($x, d \rightarrow a$; $x, b \rightarrow \text{not } a$; $d, b \rightarrow \text{false}$), rule of alternatives ($a \text{ or } b \rightarrow \text{true}$ (always); $a, b \rightarrow \text{false}$), compatibility ($a, b, c \rightarrow VA$, where VA is the occurrence's frequency of rule).

COMMONSENSE REASONING RULES (CRRs) are rules with the help of which implicative assertions are used, updated and inferred from instances. The deductive CRRs infer consequences from observed facts with the use of implicative assertions. These rules are the following ones: **modus ponens**: "if A, then B"; A; hence B; **modus ponendo tollens**: "either A or B" (A, B – alternatives); A; hence not B; **modus tollendo ponens**: "either A or B" (A, B – alternatives); not A; hence B; **modus tollens**: "if A, then B"; not B; hence not A; **generating hypothesis**: "if A, then B"; B; A is possible. The inductive CRRs are the canons formulated by J. S. Mill (1900): the method of agreement, the method of difference, the joint method of agreement and difference, the method of concomitant variations, and the method of residuum. These methods are not rules but they are the processes in which implicative assertions are generated and used immediately.

The Structure of a Small Knowledge Base for Inferring the Type of Woodland via an Analysis of Forest's Aerial Photographs

We describe a very simple structure of a knowledge base that is sufficient for our illustrative goal (see also Naidenova, 2007b). The knowledge base (KB) consists of two parts: the Attribute Base (AtB), containing the relations between problem domain concepts (classifications or ontology), and the Assertion Base (AsB), containing the expert's assertions formulated in terms of the concepts.

For example, let objects be a collection of trees such as asp, oak, fir-tree, cedar, pine-tree, and birch. Each name calls the class or the kind of trees (in a particular case, only one tree). Any set of trees can be partitioned into the separate groups depending on their properties. 'Kind of trees' will be the name of a classification, in which 'asp', 'oak', 'fir-tree', 'cedar', 'pine-tree', and 'birch' are the names of classes. Then, in the KB, 'kind of trees' will be used as the name of an attribute the values of which are 'asp', 'oak', 'fir-tree', 'cedar', 'pine-tree', and 'birch'. The link between the name of an attribute and the names of its values is implicative. It can be expressed by the following way: ($\langle \text{name of value1} \rangle, \langle \text{name of value2} \rangle, \dots, \langle \text{name of value } k \rangle$) \rightarrow $\langle \text{name of attribute} \rangle$, where the sign " \rightarrow " denotes the relation "is a".

In our example (asp, oak, fir-tree, cedar, pine-tree, birch) \rightarrow kind of trees, and, for each value of 'kind of trees', the assertion of the following type can be created: "asp is a kind of trees".

The set of all attributes' names and the set of all values' names must not intersect. This means that the name of a classification cannot simultaneously be the name of a class. However, this is not the case in natural languages: the name of a class can be used for some classification and vice versa. For example, one can say that 'pine-tree', 'fir-tree', 'cedar' are 'conifers'. But one may also say that 'conifers', 'leaf-bearing' are 'kinds of trees'. Here the word 'conifers' serves both as the name of a classification and as the name of a class. In this setting, class is a particular case of classification like object is a particular case of class. By using names in the way we do in real life we permit the introduction of auxiliary names for the subsets of the set of an attribute's values.

The AsB (Assertion Base) contains the expert's assertions. Each assertion links a collection of values of different attributes with a certain value of a special attribute (SA) that evaluates how often this collection of values appears in practice. The values of a special attribute are: always, never, rarely, and frequently. Assertions have the following form: ($\langle \text{name of value} \rangle, \langle \text{name of value} \rangle, \dots, \langle \text{value of SA} \rangle$) = true.

For simplicity, we omit the word 'true', because it appears in any assertion. For example, the assertion "pine-tree and cedar can be found frequently in the meadow type of forest" will be expressed in the following way: (meadow, pine-tree, cedar, frequently). We also omit the sign of conjunction between values of different attributes and the sign of disjunction (separating disjunction) between values of the same attribute. For example, the assertion in the form (meadow, pine-tree, cedar, often) is equivalent to the following expression of formal logic: $P((\text{type of forest} = \text{meadow}) \& ((\text{kind of trees} = \text{pine-tree}) \vee (\text{kind of trees} = \text{cedar})) \& (\text{SA} = \text{frequently})) = \text{true}$.

Only one kind of requests to the KB is used: SEARCHING VALUE OF <name of attribute> [,<name of attribute>,...]. IF (<name of value>, <name of value>, ...), where “name of value” is the known value of an attribute, “name of attribute” means that the value of this attribute is unknown. For example, the request “to find the type of forest for a region with plateau, without watercourse, with the prevalence of pine-tree” will be represented as follows: SEARCHING VALUE OF the type of forest IF (plateau, without watercourse, pine-tree).

Inferring All Possible Hypotheses About the Type of Woodland from an Incomplete Description of Some Evidences

Let x be a request to the KB equal to:

SEARCHING VALUE OF type of woodland IF (plateau, without watercourse, pine-tree). Let the content of the Knowledge Base be the following collection of assertions:

AtB:

1. (meadow, bilberry wood, red bilberry wood) → types of woodland;
2. (pine-tree, spruce, cypress, cedars, birch, larch, asp, fir-tree) → dominating kinds of trees;
3. (plateau, without plateau) → presence of plateau;
4. (top of slope, middle part of slope,) → parts of slope;
5. (peak of hill, foot of hill) → parts of hill;
6. (height on plateau, without height on plateau) → presence of a height on plateau;
7. (head of watercourse, low part of watercourse,) → parts of water course;
8. (steepness $\geq 4^\circ$, steepness $\leq 3^\circ$, steepness $< 3^\circ$, ...) → features of slope;
9. (north, south, west, east) → the four cardinal points;
10. (watercourse, without watercourse) → presence of a watercourse.

AsB:

1. (meadow, pine-tree, larch, frequently);
2. (meadow, pine-tree, steepness $\leq 4^\circ$, never);
3. (meadow, larch, steepness $\geq 4^\circ$, never);
4. (meadow, north, west, south, frequently);
5. (meadow, east, rarely);
6. (meadow, fir-tree, birch, asp, rarely);
7. (meadow, plateau, middle part of slope, frequently);
8. (meadow, peak of hill, watercourse heads, rarely);
9. (plateau, steepness $\leq 3^\circ$, always);
10. (plateau, watercourse, rarely);
11. (red bilberry wood, pine-tree, frequently);
12. (red bilberry wood, larch, rarely);
13. (red bilberry wood, peak of hill, frequently);
14. (red bilberry wood, height on plateau, rarely);
15. (meadow, steepness $< 3^\circ$, frequently).

The process of reasoning evolves according to the following sequence of steps:

Step 1. Take out all the assertions t in AsB containing at least one value from the request, i.e. $t \in \text{AsB}$ and $t \cap x \neq \emptyset$, where x is the request. These are assertions 1, 2, 7, 9, 10, 11, and 14.

Step 2. Delete (from the set of selected assertions) all the assertions that contradict the request. Assertion 10 contradicts the request because it contains the value of attribute ‘presence of water course’ which is different from the value of this attribute in the request. The remaining assertions are 1, 2, 7, 9, 11, and 14.

Step 3. Take out the values of attribute ‘type of woodland’ appearing in assertions 1, 2, 7, 9, 11, and 14. We have two hypotheses: ‘meadow’ and ‘red bilberry’.

Step 4. An attempt is made to refute one of the hypotheses. For this goal, it is necessary to find an assertion that has the value of SA equal to 'never' and contains one of the hypotheses, some subset of values from the request and does not contain any other value. There is only one assertion with the value of SA equal to 'never'. This is assertion 2: (meadow, pine-tree, steepness $\leq 4^\circ$, never). However, we cannot use this assertion because it contains the value 'steepness $\leq 4^\circ$ ' which is not in the request.

Step 5. An attempt is made to find a value of some attribute that is not in the request (in order to extend the request). For this goal, it is necessary to find an assertion with the value of SA equal to 'always' that contains a subset of values from the request and one and only one value of some new attribute the values of which are not in the request. Only one assertion satisfies this condition. This is assertion 9: (plateau, steepness $\leq 3^\circ$, always).

Step 6. Forming the extended request:

SEARCHING VALUE OF the type of woodland IF (plateau, without watercourse, pine-tree, steepness $\leq 3^\circ$).

Steps 1, 2, and 3 are repeated. Assertion 15 is involved in the reasoning.

Step 4 is repeated. Now assertion 2 can be used because the value 'steepness $\leq 4^\circ$ ' is in accordance with the values of 'feature of slope' in the request. We conclude now that the type of woodland cannot be 'meadow'. The non-refuted hypothesis is "the type of woodland = red bilberry".

The process of pattern recognition can require inferring new rules of the first type from data, when it is impossible to distinguish inferred hypotheses. In general, there exist two main cases to learn rules of the first type from examples in the process of pattern recognition: i) the result of reasoning contains several hypotheses and it is impossible to choose one and only one of them (uncertainty), and ii) there does not exist any hypothesis.

The Analysis of Inference Structure. The Interactive of Deductive and Inductive Reasoning Rules in Solving Pattern Recognition Problems

It is not difficult to see that steps of reasoning in our example realize the deductive CRRs.

Step 1 performs **Introducing Assertions** into reasoning process. This step is an element of common sense reasoning the task of which is the drawing of knowledge into reasoning process. The selected assertions form (constitute) the meaningful context of reasoning or the region reasoning.

Step 2 performs **Deleting Assertions** from reasoning process. This step uses Rule of Alternative. If an assertion contains a value of attribute not equal to the value of the same attribute in the request, then, by Rule of alternative, the value of this attribute and the assertion containing this value must be deleted from consideration. Consequently, step 2 narrows the context of reasoning by Deleting Values of Attributes and Deleting Assertions from considerations.

Step 3 performs **Introducing Hypotheses** about goal attribute values. These hypotheses are all values of goal attributes appearing in the selected assertions. Hence, the source of hypotheses is the context of reasoning.

Step 4 performs **Deleting Hypotheses** by means of using Interdiction (Forbidden) rules. Let H be a hypothesis and FR be forbidden rule 'H, {Y} \rightarrow never', and {X} be a request, where X, Y – collections of attributes values. If $\{Y\} \subseteq \{X\}$, then hypothesis H is disproved.

Step 5 performs **Introducing Assumptions** about values of attributes. Let A be a value of an attribute not contained in the request and IR be the rule 'A, {Y} \rightarrow always', and {X} be a request, where X, Y – collections of attributes values. If $\{Y\} \subseteq \{X\}$, then the request can be extended as follows: $\{X'\} = \{X\} \cup A$.

For extending the request, it is possible to use **Compatibility Rules** and **Diagnostic Rules** (Step 5). Assumptions, introduced by a Compatibility Rule or Diagnostic Rule can be checked against the evidence by means of photographs. Assumptions contradicting the visible image of forest are deleted from considerations.

Step 6 performs **Forming the Extended Request** in accordance with each not disproved hypothesis. With new extended requests for each hypothesis, the steps 1 – 6 are performed until only one hypothesis remains.

Calculating the estimate VA requires special consideration. In any case, to do this, we need the function which would be monotonous, continuous and bounded above. We introduce some limitations on using compatibility rules: if value $v(A)$ of an attribute A has been determined by a compatibility rule R with VA equal to Z, then value $v(A)$ must be inferred independently with the same or higher value of VA and by means of the rules containing a combination of attributes not intersecting with the combination of attributes associated with compatibility rule R.

Really, the scheme of knowledge base always permits to do so. Usually the following knowledge base scheme is created by the specialists:

Landscape features \Rightarrow Type of woodland (forest plant conditions);

Morphological features of forest \Rightarrow Type of woodland (forest plant conditions);

Landscape features \Rightarrow Predominant type (species) of trees;

Morphological features of forest \Rightarrow Predominant type (species) of trees;

Landscape features \Rightarrow The productivity of forest (the class of quality);

Morphological features of forest \Rightarrow The productivity of forest (the class of quality);

Type of woodland (forest plant conditions) \Leftrightarrow Predominant type (species) of trees:

Type of woodland (forest plant conditions) \Leftrightarrow Predominant type (species) of trees; the productivity of forest (the class of quality).

This scheme corresponds to ideas about the forest as about the biological unity, in which climatic conditions, soil, moisture, watercourses, relief, the growing trees and the associated plants are consistent. The sign \Rightarrow means that the attributes in the left parts of rules determine functionally the attribute in right parts of rules. The sign \Leftrightarrow means that attributes in the left and right parts of rules are strongly interconnected. So, if the type of woodland was determined by landscape features and the predominant type of trees was inferred through the type of woodland with certain value Z of VA, then this type of trees must be supported, for example, by morphological features of forest with value of VA not less than Z.

If the number of hypotheses is more than 1 and no one of them can be disproved, then we deal with a difficult situation of the inference and it is necessary to resort to the aid of the diagnostic rules.

Let r be a diagnostic rule such as 'X, d \rightarrow a; X, b \rightarrow z', where 'X' is true, and 'a', 'z' are hypotheses or possible values of some attribute, say A. In this rule, X is a combination of attribute values which can not distinguish hypotheses 'a' and 'z' ($z \neq a$); d, b are values of an attribute which distinguish these hypotheses on condition that 'X' is true. If 'X' is included in the request and the pair of considered hypotheses coincides with hypotheses in the diagnostic rule, then this rule is applicable to the situation of the inference. If value of attribute A is not yet determined, then d and b become the assumptions to be inferred or checked against the evidence. Examples 1 and 2 present some diagnostic rules.

Example 1. If, with familiar landscape features, there are two hypotheses 'bilberry' and 'red bilberry' of the type of woodland, then, with the highest possibility, if the predominant type of trees is cedar, then the type of woodland is red bilberry, and if the predominant type of trees is pine-tree, then the type of woodland is bilberry.

Example 2 (for aero- photo produced by the survey of the small scale). With other equal morphological features, if it is observed the flat structure of curtains, uniform granularity and the equal height of trees, then the species of trees is pine tree; if it is observed the uneven structure of curtains, uneven granularity and different height of trees, then the species of trees is larch.

However if the inferring or observing of indispensable values of diagnostic attributes was not succeed, then it is necessary to address to inductive inference of a new portion of reasoning rules of the first kind for extending the Knowledge Base.

Now consider a situation when the initial context of reasoning does not contain any hypothesis about the value of goal attribute. In this case, it is natural to extend the request by the use of Introducing Assumptions (step 5)

taking as a goal any attribute from the reasoning context. Of course, the equality to 0 of hypotheses' number can indicate the need of expanding the very base of the knowledge.

The result of inferring can be considered satisfactory if the number of hypotheses about woodland type is equal 1 and it is consistent with predominant type of trees and the class of quality. If the inference terminates with several hypotheses or the number of hypotheses is equal to 0, then the Knowledge Base is incomplete and it is necessary to expand it. For this goal, the inductive CRRs are used.

Inductive Extension of Incomplete Knowledge Based by Using the Inductive Reasoning Rules

The deductive reasoning rules act during an inference process by means of extending incomplete descriptions of some evidences with disproving the impossible extensions. This extension is based on good knowledge of the forest regions and the interconnections between the main forest characteristics and the natural factor such as climate, soil, relief, watercourses ect. But the conditions of inference depending on the quality of forest images, the type of instruments used for aero-cosmos-survey of earth surface introduce a lot of uncertainties in the inference process. That's why it is indispensable to draw into reasoning the steps of inductive inference of new implicative assertions. Inductive reasoning can requires introducing in reasoning new attributes, new factors and new observation both on the surface of earth and by the use of the instrument surveys of forest region on earth surface.

Two variant of drawing inductive inference in reasoning are thinkable: 1) using a part of existing Knowledge Base which was out of knowledge context of reasoning if this part contains a set of observations potentially applicable as a source of new implicative assertions about difficult situations of the previous reasoning process; 2) to initiate a new investigation of the forest region for collecting observations to enrich the Knowledge Base.

In the first variant, we could do the purpose-directed steps of inductive reasoning, in the second variant; we have to interrupt the reasoning process.

Let A, B be two hypotheses under investigations. The purpose-directed inductive reasoning means that we must choose in KB the instances containing a set of observed attributes' values of request, say X, then, among these instances, we must select instances in which phenomenon A occurs but phenomenon B does not occur. These two sets of instances must be compared. The attributes' values in which the instances of these sets are different are diagnostic ones; they can form the new diagnostic rules for distinguishing hypotheses A and B.

We can find a lot of good examples of natural human deductive and inductive reasoning in the novels of the famous English writer Conan Doyle, who is the real begetter of the detective-fiction genre as we know it. In the novel 'The Adventure of the Second Stain', Sherlock Holmes knows several international spies which could possess the documents stolen from the Foreign Ministry (Office). There were several men under suspicion with equal possibility to steal the documents (Oberstein, La Rothiere, and Eduardo Lucas), but one of these men differed from all the others by the fact that he lived near the Foreign Ministry (Office). Finally, the following reasoning helps Sherlock Holmes to discover the thief. Holmes said: 'There is one obvious point which would, in any case, have turned my suspicions against Lucas. Godolphin Street, Westminster, is only a few minutes' walk from Whitehall Terrace. The other secret agents whom I have named live in the extreme West End. It was easier, therefore, for Lucas than for the others to establish a connection or receive a message from the European Secretary's household".

In the novel 'Murder into Abby-Grange', there are three glasses, from which, supposedly, men drunk vine. In one of the glasses there was sediment, in two others sediment is absent. Holmes searches for the explanation, which would satisfy this difference in the glasses. Possibly two versions of the explanation: 1) in two glasses, they shook vine before using, while, in the third glass, they did not shake up vine; 2) they drunk only from two glasses, they poured off the remainders in the third glass. Mentally (in mind) Holmes constructs usual situations which could explain the difference between the glasses.

In the novel 'The Adventure of the Yellow Face' (Doyle, 1992), there are two hypotheses and the second one is supported by an assumption, that the inmates were warned of Grant Munro's coming. With the second assumption, the way of Holmes' reasoning can be described as follows:

Facts (evidence):

The inmates of the cottage do not want to meet Grant Munro;

Grant Munro returned at home and spoke with the maid;

Grant Munro saw the maid with whom he had been speaking running across the field in the direction of the cottage;

Grant Munro meets his wife and the maid hurrying back together from the cottage;

Grant Munro entered the cottage;

The cottage was absolutely empty.

Assertions:

If one does not want to meet a person and he is warned that this person is going to visit him, then he conceals himself or goes away;

If one only conceals himself, then he must return;

If one goes away, then his house will be permanently deserted;

If one knows something, then he can say it somebody.

Reasoning:

The maid knows that Grant Munro returned at home, then, knowing this, she visited the cottage, hence she warned the inmates and the wife of Grant Munro that he returned at home.

The inmates do not want to meet Grant Munro hence they concealed themselves or went away.

Holmes says to Grant Munro: «If the cottage is permanently deserted we may have some difficulty, if on the other hand, as I fancy is more likely, the inmates were warned of your coming, and left before you entered yesterday, then they may be back now, and we should clear it all up easily».

A dialog between Holmes and Watson is very remarkable with respect to what must be a good reasoning:

Holmes: - What do you think of my theory?

Watson: - It is all surmise.

Holmes: - But at least it covers all the facts. When new facts come to our knowledge, which cannot be covered by it, it will be time enough to reconsider it. This strategy is supported by the novel 'Murder into Abby-Grange'.

Sherlock Holmes begins his investigation from the study of facts. There is an initial hypothesis, but some facts will not be coordinated with this hypothesis and the story of witnesses. Story contradicts the usual and most probable ideas (rules) about the behavior of the robbers. Facts attest to the idea that the robber had to know house and its inhabitants. Holmes returns to the place of crime and he will more thoroughly inspect it. Thus he obtains facts more newly. New facts make it possible to advance new hypotheses about the nature and the physical force of robber and about the fact that he acted alone. But this makes possible for Holmes to conclude that the lady speaks untruth.

An Example of Reasoning Process in the Game 'The Letter's Loto'

In logical game "The letter's Loto" (Bizam, 1978), oracle (one of players) thinks of a word with the fixed number of letters in it. A guesser names a word with the same number of letters. Then oracle says how many letters in this word are correct. A letter is guessed correctly if it is equal to the letter taking up the same position in the thought word. For example, the oracle thought a word of 3 letters and the guesser said the following words in sequence: LAP HAP HAM HAT RAT CUR (Table 3). Numbers in the last line of Table 3 are the estimations of oracle.

A set of reasoning rules are considered for guessing letters (Table 4). Each rule is based on comparing words and differentiating situations of a game. These rules localize positions with correctly and not correctly guessed letters using the oracle's estimations. Since there can be only one correct letter in each position of a word the correctly guessed letters are used in the same positions in the following trials (words) of the guesser, and incorrect letters are replaced by new ones. These steps of guessing can be reduced to classifying letters in each word and in each position of a word into two classes "correct letters" and "incorrect letters".

Table 3. The situation of the game

L	H	H	H	R	C
A	A	A	A	A	U
P	P	M	T	T	B
1	1	1	2	2	1

Table 4. The Reasoning Rules

№	Reasoning rule	The meaning of rule
1	If changing a letter only in one position does not lead to changing the estimation of oracle, then in this position both letters are incorrect (before and after changing)	Diagnostic rule
2	If two words are different in letters only in one position and the estimations of oracle of these words are different by 1, then the letter in this position is correct in the word with greater estimation of oracle and it is incorrect in the word with smaller estimation of oracle	Diagnostic rule
3	If, in a position of word, the letter is identified as correct, then all other letters in this position are incorrect	Letters' classification in a position of words
4	If, in a position of word, the letter is identified as incorrect, then it is incorrect in any word in this position	Letters' classification in a position of words
5	If, in a word, the estimation of oracle is equal to the number of letters remaining after deleting all incorrect letters, then these letters are correct in this word	Localization of correct letters in words
6	If the number of correct letters in a word is equal to the estimation of oracle, then all other letter in this word are incorrect	Localization of incorrect letters in words
7	If Let W_1 and W_2 be two words of lengths H and with estimations H_1 and H_2 of oracle respectively. If the sum $C = H_1 + H_2$ is greater than H than, then there exist at least $C-H$ positions with coinciding letters and these coinciding letters are correct	Localization of correct letters in words
8	If, for two words, the estimations of oracle are different by K and there are T positions with coinciding letters in these words, then the change of the estimation of oracle is associated with $H - T$ remaining positions of words	Localization of correct (incorrect) letters in words
9	If, in two words, the letters in all positions are different, then the sets of positions with correct letters in these words do not intersect	Localization of correct (incorrect) letters in words
10	If changing the estimation of oracle by K is followed by changing K letters in a word, then, in the word with greater estimation, these K letters are correct	Generalization of rule 2
11	If, in some positions, the letters are identified as correct, then a subtask can be considered with the length of words less by the number of positions with correct letters. The estimations of oracles must be recalculated	Reducing a task to the subtask with smaller dimension
12	The previous rules are applicable for subsets of letters of words with recalculating the estimations of oracle	Reducing a task to the subtask with smaller dimension

Return to our example. Since only one letter is changed in words LAP and HAP and the estimation oracle is not changed (rule 1) letters L and H in the first position are not correct. One of letters A or P must be correct (appearing hypotheses).

Compare words HAM and HAP. Since only one letter is changed in these words but the estimation of oracle is not changed (rule 1) letters M and P in the last position are not correct. We know that H in the first position is not correct. Hence letter A in the second position is correct (rule 5).

Compare words HAT and HAM. Since we have change the last letter and the estimation of oracle is change to 2, letter T in the last position is correct (rule 2).

Comparing words HAT and RAT and the fact that the estimation of oracle is not changed imply that letter R in the first position is not correct (rule 1).

Consider word CUB. We know that letters U and B in this word are incorrect, but the estimation of oracle is equal to 1. Hence letter C in the first position is correct and the word thought by oracle is CAT (rule 5). The result is in Table 5.

Table 5. Example 1:

L	H	H	H	R	C	C
A	A	A	A	A	U	A
			T	T	B	T
1	1	1	2	2	1	

A guesser gives words in sequential manner and he can choose a sequent step from a set of possible ones.

The Interaction of Deductive and Inductive Reasoning Rules in Solving Logical Problems

Besides the rules, given in the table 4, the process of reasoning can contain such logical rules and methods as the introduction of assumptions, the selection of versions, proof by means contradiction (the deductive reasoning). Important role play quantitative assessments - word length, number of positions with the accurate or incorrect letters, difference between the number of accurate positions and the estimation of oracle.

There is a certain freedom in selecting position for testing the new letter and in selecting rule, which can be used in the prevailing situation. This fact means that it is necessary to recognize the applicability of rules. For this goal, the description of situations must be well structured, sufficiently complete in order to reflect all intrinsic properties of situations. Specifically, the selection of rules and the subsequent changes of the letters in words distinguish one version of solution of problem from another.

Thus, the deduction is not separated from the inductive steps of reasoning. The inductive methods of reasoning are connected also with the generalization of rules for plays with words of any length or the decomposition of a task into subtasks. As a whole, it is possible to say that the reasoning are well organized, when there is a good decomposition of task to the sub-tasks and a good interrelation between these sub-task is systematically performed.

Conclusion

This chapter examined the problem of human natural reasoning in real world situations. One of the fundamental questions of natural reasoning is using the interaction of deductive and inductive reasoning rules. The analysis of several examples selected from different fields of thinking shows that natural reasoning is based on both deductive and inductive rules of reasoning.

Bibliography

- Bizam, G., & Herczeg, J. (1978). Many-colored Logic. Moscow: Publishing House Mir (in Russian).
- Doyle, A. C. (1992). The Adventures of Sherlock Holmes. Great Britain: Wordsworth Editions Limited.
- Naidenova, X. A. (2007a). Reducing a class of machine learning algorithms to logical commonsense reasoning operations. In G. Felici, & C. Vercellis (Eds), *Mathematical Methods for Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 41-64). Hershey – New York: ISR Press.
- Naidenova, X.A. (2007b). A model of rule-based logical inference. In *Proceedings of XIII-th International conference "Knowledge-Dialog-Solution"*. Sofia – ITHEA. Vol. 2. 2007. P.379-388
- Mill, J. S. (1900). The system of logic. Moscow, Russia: Russian Publishing Company "Book Affair".
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1959). *La genèse des structure logiques élémentaires : classifications et sériations*. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé.

Author's Information:

Naidenova Xenia Alexandrovna - *Military medical academy, Saint-Petersburg, Stoikosty street, 26-1-248,*
e-mail: naidenovaxen@gmail.com

CONSCIOUSNESS: MAGIC, PSYCHOLOGY AND PHYSICS

Vitaliy Lozovskiy

Abstract: *In search for new aspects, roots and manifestations of human consciousness, not yet considered extensively by AI researchers, the domain of esotericism was looked at, namely, the phenomenon of miracles, different types of «magic», including psychological, neurosomatic, and psychophysical ones. An attempt to find possible roots for psychophysical magic in quantum mechanics was launched. Alas, two phenomena from QM: direct consciousness impact on matter and non-locality principle as possible foundations for telekinesis, telepathy or clairvoyance were found having no support.*

Keywords: *philosophy, noosphere, esoteric, intangible world, mystic theories, magic, egregors, consciousness, mind-matter interaction, quantum mechanics, non-locality*

ACM Classification Keywords: *1.2.0 General: Cognitive simulation, Philosophical foundations, 1.2.m Artificial intelligence: Miscellaneous, 1.6.0 General, 1.6.1 Simulation Theory, 1.6.5 Model Development: Modeling methodologies, H.0 General, H.1.0 General, H.1.1 Systems and Information Theory: Information theory*

Conference topic: *Philosophy and Methodology of Informatics*

«Then my sunset?» the little prince reminded him...

«You shall have your sunset. I shall command it. But, according to my science of government, I shall wait until conditions are favorable.»

«When will that be?» inquired the little prince.

«Hum! Hum!» replied the king; and before saying anything else he consulted a bulky almanac. «Hum! Hum! That will be about--about--that will be this evening about twenty minutes to eight. And you will see how well I am obeyed!»

Antoine de Saint-Exupéry, The Little Prince

«Miracles are not contrary to nature, but only contrary to what we know about nature.»

St. Augustine

Conference: *The paper is selected from XVth International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2009, Varna, Bulgaria, June-July 2009*

Introduction

In [Lozovskiy, 2007a] I argued that the evident slowing down in achievement of AI milestones during last decades should be attributed to some aspects of human consciousness, which traditionally remained beyond the interests of AI researchers. Earlier [McDermott] said: «Neuroscience and AI have made definite progress, and so has physics, for that matter, but their successes haven't resulted in a general theory of mind. If anything, AI seemed closer to such a theory thirty years ago than it seems now». Natural intelligence sprang into existence in the course of evolution and was preconditioned by certain psychological aspects of self segregation from environment, collective goal directed activity, emergence of natural language and eventual uprising of the cultural layer of the noosphere (ideosphere) [Lozovskiy 2003, 2006, 2007b]. Some AI opponents pointed out that studies in human consciousness would remain incomplete without taking into consideration the aspects of spirituality,

origin of human soul, problems of religion. Esoteric literature is full of references to extrasensory practices, phenomena of telepathy, clairvoyance, telekinesis, teleportation. Much attention is devoted to altered states of consciousness, various trance, hypnotic practices and meditation. It looks like subconscious brain processes play much more important role in human intellectual activity, than it was considered until recently within the frames of AI research. One could arrive at the conclusion that AI in order to approach human intellectual competence should integrate, or adopt much broader cultural sphere than pure logic, algorithmic and formal problem solving activity as before. There are also serious philosophical and physical problems of consciousness which require closer approach to foundations of quantum mechanics. Some researchers think that human consciousness has much broader boundaries than physical dimensions of one's brain. They even use the terms *non-locality* and *quantum consciousness*.

Broadening AI research context, at the same time, one should not jump at the bait of idealism or mysticism. All genuine grain should be carefully separated from the husk. My previous efforts [Lozovskiy 2003, 2006, 2007a, 2007b, 2008] were aimed at clarifying the notions of noosphere, egregors, beliefs, soul, religion, God, mystic theories and trying to understand what esotericism is about.

This paper is about magic. Why magic? Magic is probably the most mysterious manifestation of human abilities which are supposed to be far beyond the reach of AI. There exist opinions that magic is supernatural activity which strongly resist to **natural science** (NS) studies. Closer study of this subject reveals that one could distinguish several types of phenomena which people tend to call *magical*. The overwhelming majority of them could be understood and explained from sound NS positions. In what follows we will formulate the definition of miracle, then consider various types of «magic» miracles and will pay the closer attention to the most interesting one.

Miracles

Religious approach. Shortly speaking, it seems natural to call *miraculous - supernatural events*. Thus, our issue is shifted to the notion of supernatural. But clerical authorities, namely, Pope Benedict XIV, tend to entangle this situation by considering, besides God, also the deeds of good and fallen angels [Hardon]: "...it is very difficult to know and distinguish whether a phenomenon proposed for examination in a canonical process transcends the capacity of the invisible and incorporeal nature of a good angel. ... As regards the fallen angels, there are many signs by which true miracles can be distinguished from false ones: the good effects of a phenomenon, its utility, mode of performance, purpose, character of the performer and circumstances. All of which can clearly show the limitations in the natural powers of a malevolent spirit." Thus, the situation is ultimately confused, and we should confess that such approach to definition of miracles becomes absolutely scholastic.

Church felt the weakness of the above consideration, and The Vatican Council had described miracles as "*divine effects . . . which clearly show forth the omnipotence of God.*" At least, on this authority, only an event which surpasses the forces of all creation, human and angelic, should be considered miraculous.

This approach is evidently unconstructive and could not be applied in practical situations.

The definition can be naturally cleared up by first considering the concept of God. Such effort was done in [Lozovskiy, 2007b], where seven definitions of God were formulated. One can use the term God as equivalent for Nature, the World or Universe. In any case, even if we assume that Nature was created by God, then all processes and interactions in the Nature should be divine. Due God's omniscience and omnipotence everything in the Universe should be under His control. So the term "supernatural" (being beyond God's knowing or control) becomes completely senseless. All, what happens in World should be in accordance with His will. And nothing can be done against it - due His omnipotence.

Materialistic approach to miracles. «*Miracles are not contrary to nature, but only contrary to what we know about nature*», - said Blessed Augustine of Hippo [Augustine]. The phrase «we know» has two meanings. First, one can speak about consensual distilled knowledge in our cultural sphere (ideosphere) [Lozovskiy, 2003] worked out by humanity due the whole period of its existence. Secondly, each human being has personal knowledge base and even their *subjective* methods of using this base. Besides, at any given time ideosphere can comprise different paradigms and theories of the same phenomena with one group of specialists adhering to one theory, while the others consider it fallacious holding to the other one. In any case, the application of even approbated theories is *subjective*. What can be qualified as miracle by one person could be absolutely natural for the other.

The cognitive activity of the humankind leads to perpetual broadening of our comprehension and knowledge about the **tangible** part of the World while bringing more and more phenomena into the **known world** (Fig. 1). Something still remains and will remain in the **intangible** part of the Universe, which is inexhaustible. Intangible here means qualities of the Universe, about which we are not aware yet. Tangible part includes phenomena which are at least noticed by us: “*there is something...*”, while known world comprises phenomena about which at least some weak, maybe incomplete or unreliable knowledge exist or, better, - paradigms, models, hypotheses and theories of these phenomena.

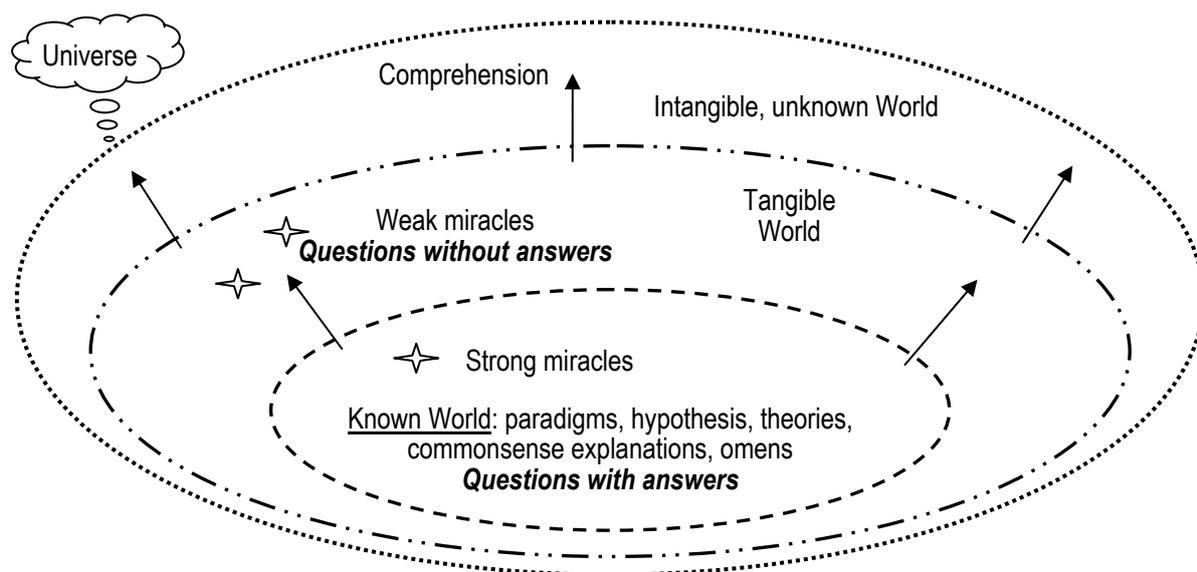


Fig. 1 Known, tangible and intangible worlds as components of the Universe

The author of [Pipa, Supernaturality] introduces the notions of weak and strong supernaturality. *Weak supernatural* phenomena does not conflict with known body of physical laws, but at the same time are not subordinated by any known laws. They are called supernatural because we have no theoretical explanation for them. For example, suppose we know only mechanics and witness some phenomenon in the sphere of electricity. This phenomenon will be qualified as weak miracle. It does not contradict to any part of our knowledge. *Strong supernatural* phenomena decidedly contradict to some formulated laws. In the same example above, suppose we know the Ohm's law, but found in some experiment that it does not hold. Such miracle should be qualified as strong.

Natural phenomena thus we shall call effects which are completely explainable from the standpoint of some agent's knowledge basis. Thus this definition is intrinsically subjective.

Supernatural phenomena are those which (weak) go beyond the knowledge of some *intellectual subject* (IS) [Lozovskiy, 2003] or (strong) – contradict it.

Miracle, or paradox (see also: [Lozovskiy, 2003]) is supernatural phenomenon, an infringement of expected cause-effect chain.

Magic is a miracle demonstrated by some IS, which is called **magician**.

Conjurer is a magician, who demonstrate «self-made» miracle created by knowingly concealing or distorting some cause-effect structure in the process of his performance. Thus, we can say that magician is «true magician», while conjurer is only pretending to seem a «true magician». In what follows we dismiss conjuring from consideration.

When we speak about intellectual activity, process of cognizing the Universe, broadening the scope of scientific knowledge, we cannot circumvent the notion of miracle [Lozovskiy, 2007a]. It has twofold complexity. Firstly, it is encountered on the abutment between physical world and ideosphere, and secondly, - on the cognizable – tangible worlds' border (Fig. 1).

Magic

Miracle and magic are two sides of any supernatural phenomenon. From one side, it does not conform to our body of knowledge, and from the other – it was presented to our attention by virtue of some other human – magician or we ourselves are becoming magicians... So, in both cases, subjective human consciousness plays an important role in perception and evaluation of this phenomenon – the role of an instrument in natural science experiment. And, as we know from physics, instrument can heavily influence experimental results, and sometimes, trying to study some miracle, we instead deal with peculiarities of psyche and consciousness of the corresponding magician, or their partner. In what follows I will present several types of magic.

1. Cheerful magicians – wishful thinking. World, life, love are marvels and deserve being admired at. Everyone can be magician. Just be happy if anything goes your way. Pay attention when something good, what you were eager to occur happens. Dismiss and forget all mischief and fails. Talking to others, accentuate events when your wishes came true. The listeners will consider you a magician, and their opinion will even more support your personal feeling. Want to be magician? – Be one! It is that simple.

2. Magic of fine arts. It is when the head, the heart and the hand go together. Great artists create an ideal virtual world, which complements our physical world making our life richer. It is activity, where humans can be demiurges. The aim of arts is influencing our psyche, emotions, working out the feeling of harmony, controlling our mood and life energy. The languages of arts play prodigious social role, uniting humans who hold to same art school or tradition.

3. Psychological magic. Includes personal, social, psycho-social and socio-cultural psychology, methods of influencing one's own psychological state, or that of others. Frequently is performed in **altered state of consciousness** (ASC). Includes various types of suggestion techniques – auto-training, hypnosis (classical, Ericksonian, Gipsy), neuro-linguistic programming, placebo, trolling, superstition, various manifestations of "witchcraft" actions: evil eye, jinxing, spiritual injury, spoilage, damnation (curse). Bulks of literature exist on this theme, including specific «applications»: near death experience (NDE), out-of-body experience (OBE), astral projection (AP) et al.

ASC is a brain state differing from normal consciousness. Sometimes it is speculatively associated with the transportation to a higher realm of consciousness within some mystical experience. Feelings experienced during an altered brain state can be both pleasant and unpleasant.

There can be a number of different impacts bringing an individual into an ASC and these can include: use of psychedelic drugs, hypnosis, trauma, sensory deprivation or overload, extreme states of physical/emotional distress, hypoxia, holotropic breathwork, sleep disturbance, fever, epileptic seizure, shamanic crisis or a neurochemical imbalance or no apparent reason whatsoever. Certain social behaviors such as chanting, rhythmic body movements or frenzied dancing are also known to produce similar effects.

Certain psycho-social techniques also may have powerful influence on human consciousness and behavior. Frequently they use an effect of crowd, methods of formation certain social group consciousness, persuading people that they are implementing their goals while they in reality are used as an instrument in quite different scenarios. As an example one can mention “democratic” “colored revolutions” in Serbia, Georgia, Ukraine and Kyrgyzstan (and also failure of analogous plots in Russia, Belarus, Azerbaijan, Kazakhstan and Uzbekistan).

4. Neurosomatic, or psychosomatic magic. It is the system of psychological practices applied to change (improve) the state of someone’s body, or its organs. Has much in common with pure *psychological magic* (see above). The similar techniques are used: ASC, trance, meditation, suggestion, positive affirmations, concentration, relaxation, visualizations. The difference lies in the object of manipulation. Here it is healer’s own or somebody else’s body. Human organism is under complicated hierarchical control of its nervous system. Its supporting functions usually are performing on subconscious level. But if these unconditioned reflexes fail, organism sickens. Psychosomatic methods are aimed at straightening this situation applying for help to the conscious sphere. Practitioner makes certain efforts and exercises trying to “understand” what is going wrong in their organism and help it with the dedicated will-power efforts. There exist countless methods of performing this task. Various visualization techniques are used; imaginary travels to the place of quietude, peace, happiness or childhood. Very common is usage of “energy” metaphor: energy of Cosmos, Earth, «divine» energy. The most important idea is that of true believing: one ought to make them feel «flows» of healing energy passing through their body. This method helps to stimulate peripheral nervous and micro capillary vascular systems. Sometimes powerful metaphors are attracted: one can imagine as if tiny homunculi with small brushes are clearing the blood-vessels, or destroying cancer cells, etc. Efficiency of these practices is about that of placebo.

5. Psychophysical magic. Sometimes the terms: mind-matter interaction, parapsychology, paraphysics, psychokinesis (telekinesis) are used (included are notions of *bioenergetics* and *bioinformatics* [Lozovskiy, 2006]). Psychophysical magic presupposes *direct physical or informational interaction* between human psyche and material objects (telekinesis, teleportation, materialization of physical objects) or conscious sphere of other humans (telepathy - without any physical body activity or usage of known information transfer media and methods (acoustic, tactile, radio or video signals, body language). Besides, they speak about interaction of human psyche with some hypothetic global informational “data base” (Global Brain, morphogenetic field [Sheldrake, Global Oneness], [Akashic Records]) accounting for such phenomena as remote viewing, clairvoyance, precognition, mediumistic phenomena and, in general, extrasensory perception (ESP). Some indicate that akashic records play the role of Cosmic or collective consciousness. The records have been referred to by different names including the Cosmic Mind, the Universal Mind, the collective unconscious, or the collective subconscious. Access to akasha is said is possible while being in ASC. One of the most known and extensively documented is the issue of Edgar Cayce [Cayce] and Ninel Kulagina [Kulagina]. The strange point about psychophysical phenomena is that it is extremely difficult to confirm their existence in rigorous NS experiment. Sometimes they are demonstrated, sometimes not. Success depends on psychological state, mood and handful of unknown and staying beyond control factors and obstacles.

Even these documented manifestations of paranormal abilities did not escape critical approach, including well known skeptic James Randi [Randi]. His opinion is that all phenomena, which are claimed to be paranormal, in reality are tricks performed by cunning conjurors. His foundation proposed \$1M prize for accurate demonstration

of such phenomena {Randi, \$1M}. The Challenge was first introduced in 1964 when James Randi offered \$1,000 of his own money to the first person who could offer proof of the paranormal. When the word got out, donors began stepping forward to help, and soon the prize had grown to One Million Dollars.

"Esoteric" people hate Mr. Randi and consider him to be not fair judge using rude methods of psychic suppression of claimants. That is why they, as a rule, refuse to present their prospective achievements to his Foundation. Among those whose tricks was not only demolished, but also repeated by Randi himself was Uri Geller.

James Randi and other skeptics are beyond any doubts serious opponents to the idea about possibility of psychophysical phenomena. But one should take into consideration that absence of proofs today is not the proof of absence: such proofs could be found in the course of further investigations. Besides, it is reasonable to pay attention to the current state of modern physical theories in the search of possible foundations for hypotheses of akashic records, morphogenetic or general energy and information field (EIF). We shall approach this issue in the next section.

6. Magic of intellect. This type of "magic" is listed here for the sake of completeness despite its omnipresence. But formally manifestations of this magic look like any other one. Magic of intellect is the **art** of most efficient finding solutions of hard, previously unsolved problems. Of course, it is keen subjective quality, requiring professionalism, highest qualification, perfect knowledge of problem domain, skill of using various knowledge sources, efficient methods of personal work, methods of using ASC for relaxation, usage of subconscious, stopping the internal dialog and intense concentration. Examples are many – great thinkers of our civilization in all spheres of activity: science, politics, economy, management, etc.

In the given informal definition the key term is: **art**. One of the key features of this magic is the minimum impact principle: finding most appropriate time, place, object and method of control impact, which minimize efforts and resources needed.

7. Feminine magic. Probably, the most common and the most indefinite type of magic. I am in a predicament to give it even informal definition. All I can say – that it really exists... According to masculine folklore:

- Despite of living besides us for several millions of years, in her behavior, ways of life remain lots of enigmatic and obscure features.
- With cute lady you can talk about everything, with lovely one – theme does not matter.
- That lady is clever, in whose company you can behave like a complete fool.
- All women are angels, but when they are deprived of wings, they ought to ride a broom.
- If the girl says that she hates you, it means – loves, but you are a goat.

8. Plastic shamanism. While the genuine shamanism could be qualified as psychological (#3) or psychosomatic (#4) magic, «the phrase **plastic shaman** is a pejorative colloquialism used for individuals who are considered by those using the term to be attempting to pass themselves off as shamans, or other traditional spiritual leaders, but who may actually have no genuine connection to the traditions they claim to represent. Rather, «plastic shamans» are believed by their critics to use the mystique of these cultural traditions and the legitimate curiosity of sincere seekers, for personal gain» [Plastic shaman].

"Plastic" means here cheap ersatz, imitation of traditional "fair" shamanism. «Plastic shamans», «shame-men» include those believed to be fraudulent spiritual advisors, seers, psychics, or other practitioners of non-traditional modalities of spirituality and healing who are operating on a fraudulent basis.

They could be potentially dangerous harming the reputations of the cultures and communities they claim to represent. There is evidence that, in the most extreme cases, fraudulent and sometimes criminal acts have been

committed by a number of these imposters and their work is considered «dark» or «evil» from the perspective of traditional standards of acceptable conduct.

9. Pseudoscientific magic. It is “the teaching” baselessly pretending to have correlation with the physical world exceeding suggested influence on its adepts’ psyche. As a rule, such “magic” is adopted as a foundation of certain egregors [Lozovskiy, 2007a], often very influential. Sometimes includes eclectic mixture of scientific theses together with occult teachings, has plethora of “facts” having no rationale, experimental support or even references to sources: they are given “as is”. It is futile to inquire about justifications – maximum what can be obtained – references to real or fictional historic characters. Pseudoscientific magic is characterized by the following features.

- Intentional or unintentional errors in specifications of causes or effects.
- Theism – reliance on explicitly religious philosophy, creed, irrationalness, transcendentalism, supernaturality, occultism, animism, anthropomorphism, abandonment of materialistic approach in favor of World Consciousness, God, Holy Spirit, even Information (!).
- Pseudo fundamentalism – claims for globalization of the current teaching, its generality, explanatory power, craving to evolve the Theory of Everything.
- Absence of falsification procedure – the teaching tends to be incontrovertible.
- Absence of specific own experimental sequels, which can be demonstrated, verified and unachievable within the frames of alternative theories.
- Emphasized originality, distinctiveness from well-known recognized NS-theories, and also, from other pseudoscientific teachings.
- Tendentiousness in selection of arguments, their careful filtering: from the mass of known facts are selected those, which support the given conception, or intuitive belief of its author, while alternatives are ignored.

Consciousness and Psychophysical Magic from the Viewpoint of Quantum Mechanics

Let us recall what we are aimed at in this paper. Trying to discover new resources and features of human consciousness, intellect, intuition and psychological mechanisms, which not yet were considered by AI community, I directed my attention towards esotericism, accompanying the humankind during many millennia. I have tried to pinpoint the notion of supernatural, of magic and have found that the former, roughly speaking, is oxymoron, and the later in many cases has obvious foundations and very natural explanations... with one possible exception: the phenomenon of *psychophysical magic* (#5, previous section). The piquancy lies in one tiny issue: lack of pure and reliable NS experimental verifications of psychophysical phenomena. So, the evident idea emerged: try to find material (or ideal?) foundations for this type of magic. If such foundations exist, we can continue and extend our efforts in practical magic #5. But if we fail here... our chances to succeed are falling catastrophically.

Certain features of esoteric phenomena look exceptionally exotic for classic materialistic science. For example, those, who reportedly encountered telepathy, clairvoyance, emphasize that their effect is demonstrated irrespectively of distance, electromagnetic screens, at ocean depths. Classical physics has no rational explanation for the effects of such kind; they conflict with our visions of signal propagation (energy attenuation, signal/noise ratio, etc.) making natural to divert to other physical paradigms, the most prominent of which is quantum mechanics (QM). It appeared that this idea – of QM roots of consciousness, of direct liaison between human psyche and material world is quite popular in some circles of modern physicists. Some part of esotericism enthusiasts joyfully leaped at the idea to find scientific support in QM [Stenger]. Several journalists and popular

exponents of modern physics present QM as verified theoretical and experimental discipline confirming existence of direct human consciousness, or psyche influence on matter: «**Consciousness causes collapse** - is the name of an interpretation of quantum mechanics according to which observation by a conscious observer is the cause of wave function collapse» [Mysticism]; «The subatomic material will take every possible path *at the same time* as a wave when not observed. When observed, <it>... collapses down to one point as a particle. ... The biggest question is can we change our reality? These are other questions that some scientists are afraid to talk about, but if we cause particles to exist by observing them, then we seem to create reality» [Tutor.com]. Let us consider this issue in more detail.

Double-slit Experiment. Consider the [Double-slit] experiment, which remains the foundation stone for QM understanding. Tiny particles of matter (say, electrons) are fired at a steel plate with two parallel slits. Some of them pass through these slits and become registered on the screen. The most instructive is an experiment with single electrons, during which their wave-particle duality become evident. From one side, striking the screen, electron looks like particle. But the marks on the screen after catching many electrons shots through both slits represent the interference pattern identical for interaction of two wave sources. If experimenter tries to find out *through which of both slits* passes each electron (using pertinent detectors, of course), the interference pattern disappears. Hot-headed mystics proclaimed discovering the direct influence of human consciousness on matter. This bizarre idea does not withstand trivial consideration. For example, let us remove experimenter from direct participation in the experiment, substituting them with automatic registration machinery. Next day let our experimenter comes to the laboratory and studies the recordings made yesterday. Of course, his conscious could not influence the experiment made the day before. Romantics say: - *Okay, probably the human psyche is not that essential: the fact that parameters of the experiment were recorded is enough for wave function collapse!* Next proposal is to assemble the installation, but block recording of slits measurement for each particle. There are several supplementary considerations concerning implausibility of direct influence of human consciousness in double-slit experiment. For example, what if recording was done with errors... What percent of errors is acceptable for estimation that experimenter understands and controls the situation. What if qualification of the experimenter is insufficient, and they even hardly understand, what is going on in the current experiment?

Of course, closer analysis of the situation revealed that real influence on wave-particle behavior of electrons have measuring devices: they were too bulky and changed the symmetry of installation, its resonance quality, or simply drastically influenced tiny particles, so that the fragile interference pattern had no chances to develop. "This is an attempt to exorcize the ghost called «consciousness» or «the observer» from quantum mechanics, and to show that quantum mechanics is as «objective» a theory as, say, classical statistical mechanics. My thesis is that the observer, or better, the experimentalist, plays in quantum theory exactly the same role as in classical physics. His task is to test the theory" [Popper].

Non-locality and EPR paradox. One of the most intriguing features of telepathy is non-locality: it expectedly should function regardless of distance: as if transmitter and recipient communicate through media which is "local" to both. If geographically operators are at a considerable distance one from the other, effect of locality could be simulated by superluminal velocity of passing signals. Consider the following [EPR] mental experiment.

Two electrons are emitted from a source so that their spins are opposite. As they say in QM, they are "entangled". Now say you measure one electron's spin. This automatically tells you the other electron's spin (it is opposite!). Let us suppose that these electrons are many light-years apart. Still **the knowledge** of that other electron's spin arrived to experimenter at "superluminal velocity"! Of course, one should confess that there was no real signal transmission over this distance. Thus, no information can be transmitted by such method faster than light. Situation reminds trivial example. If there are two balls in an urn, one white, one black, and two people each take

out one ball hidden in their clenched fists, when one opens his fist to see a white ball, he immediately knows that the other person has the black ball, however far away that person may then be.

Concluding the current section, we should confess, that the current investigation failed to find confirmations on QM level of direct consciousness influence on material world. The concept of non-locality, which was very productive on theoretical level in QM until now brings nothing to our prospective theorization of telepathy, remote viewing, and so, psychophysical magic (#5).

Conclusion

This paper reflects only the level of my current understanding of esotericism taken as a complex phenomenon in its historic and tradition backgrounds, interrelations with human philosophy, psychology, social psychology, physics, human consciousness and way of thinking, in general. Remains open also the physical foundations of such phenomena which could reside in quantum mechanics and other ether theories approach. Thus, *"It's a long, long way to Tipperary"* yet... and I hope that much wisdom should result in studies to follow for AI and human culture, in general.

I am pleased to express my heartiest gratitude to *Serge Doronin* [Doronin], whose Web portal and forum are consecrated to quantum magic and whose democracy and tolerance made possible my participation in it, to all colleagues at that forum, who were my active adversaries during last twelve months, and especially to my true Internet colleague [Pipa] for her wits, fidelity to scientific principles, depth of thought and range of competence. Contacts with her on the forum and partial support actively catalyzed my current understanding and viewpoint. For all possible drawbacks and faults I bear the whole personal responsibility.

Acknowledgements

The paper is partially financed by the project **ITHEA XXI** of the Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA and the Consortium FOI Bulgaria. www.ithea.org, www.foibg.com.

Bibliography

- [Akashic Records] http://www.themystica.com/mystica/articles/a/akashic_records.htm,
http://en.wikipedia.org/wiki/Akashic_Records
- [Augustine] St. (Blessed) Augustine of Hippo, http://en.wikiquote.org/wiki/Augustine_of_Hippo
- [Cayce] Who Was Edgar Cayce? Twentieth Century Psychic and Medical Clairvoyant,
<http://www.edgarcayce.org/are/edgarcayce.aspx>, http://www.bibliotecapleyades.net/esp_cayce05_04.htm
- [Doronin] С.И.Доронин, Квантовый портал, <http://quantmag.ppole.ru/index.php>
- [Double-slit] Double-slit experiment, http://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit_experiment
- [EPR] Einstein, A., B. Podolsky and N. Rosen (1935), "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?", *Physical Review*, 47, pp.777-780
- [Global Oneness], Morphogenetic Fields, http://www.experiencefestival.com/morphogenetic_fields
- [Gribbin] John Gribbin, Solving the quantum mysteries,
http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/John_Gribbin/quantum.htm#Solving
- [Hardon] Father John A. Hardon, S.J., Miracles. The Concept of Miracle from St. Augustine to Modern Apologetics,
http://www.therealpresence.org/archives/Miracles/Miracles_003.htm
- [Kulagina] Nina Kulagina, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Nina_Kulagina,
<http://www.magushouse.ru/video/extrasensory/>

- [Lozovskiy, 2003] V.Lofovskiy, Towards the semiotics of Noosphere, International Journal "Information Theories & Applications", ISSN 1310-0513, Ed. in chief Krassimir Markov, 2003, Vol. 10, # 1, <http://www.foibg.com/ijta/ijfv10.htm>, p. 29-36
- [Lozovskiy, 2006] Vitaliy Lofovskiy, Towards the Noosphere of Intangible (Esotericism from Materialistic Viewpoint), International Journal "Information Theories & Applications" (IJTA), ITHEA, ISSN 1310-0513, Vol. 13 / 2006, # 4 Ed. in chief Krassimir Markov (Bulgaria), p. 383-395, <http://www.foibg.com/ijta/vol13/ijta-fv13.htm>
- [Lozovskiy, 2007a] Vitaliy Lofovskiy, Magic of Egregors, XIII International Conference, KDS-2007, June 17-25, 2007, Varna, Bulgaria, «Knowledge-Dialogue-Solution» Proceedings, Vol. 2, ITHEA, Sofia, 2007, p. 634-649, <http://www.foibg.com/conf/ITA2007/KDS2007/KDS-2007-preliminary.htm>
- [Lozovskiy, 2007b] В.С.Лозовский, Где ты, Господи? - Первая международная научная конференция "Мистико-эзотерические движения в теории и практике (история, психология, философия)", сб. трудов, 15-17.09.07, Киев, Санкт-Петербург, 2008, ISBN 978-5-288-04789-3, 160 с. (стр. 29-40)
- [Lozovskiy, 2008] В.С.Лозовский, Информационное поле: мистика или реальность?, Международная научная конференция "Биополевые взаимодействия и медицинские технологии" - Семинар "Слабые взаимодействия в живой природе" им. И.М.Когана – МГУ им. М.В.Ломоносова и МНТОРЭС им. А.С.Попова., 16-18.04.08, М., Россия, стр. 11-15
- «Магический взгляд на мир», <http://quantmag.ppole.ru/forum/index.php?topic=274.0>
- [McDermott] Drew McDermott, Penrose is Wrong, 1995 <http://psyche.cs.monash.edu.au/v2/psyche-2-17-mcdermott.html>
- [Mysticism] Quantum mysticism, http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_mysticism
- [Pipa] <http://quantmag.ppole.ru/forum/index.php?action=profile;u=2>
- [Pipa, Supernaturality] <http://quantmag.ppole.ru/forum/index.php?topic=274.msg9290#msg9290>
- [Plastic shaman] http://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_shaman
- [Polkinghorne] John C. Polkinghorne, Quantum Mechanics, <http://www.disf.org/en/Voci/83.asp>, INTERS – Interdisciplinary Encyclopedia of Religion and Science, edited by G. Tanzella-Nitti, P. Larrey and A. Strumia, <http://www.inters.org>
- [Popper] Karl R. Popper, Quantum Mechanics without «The Observer» in: Karl Raimund Popper, W. W. Bartley, Quantum Theory and the Schism in Physics: From the Postscript to the Logic of Scientific Discovery, Routledge, 1992, ISBN 0415091128, 9780415091121, 230 p
- [Randi] James Randi Educational Foundation, <http://www.randi.org/site/index.php/swift-blog/434-the-parade-of-errors.html>, <http://www.randi.org/encyclopedia/Kulagina,%20Nina.html>, <http://www.randi.org/encyclopedia/>
- [Randi, \$1M] One Million Dollar Paranormal Challenge, <http://www.randi.org/site/index.php/1m-challenge.html>
- [Sheldrake] Rupert Sheldrake, A New Science of Life: the hypothesis of formative causation, Los Angeles, CA: J.P. Tarcher, 1981 (second edition 1985). ISBN 0874774594.
- [Stenger] Victor J. Stenger, Quantum Quackery, Skeptical Inquirer magazine : January/February 1997, <http://www.csicop.org/si/9701/quantum-quackery.html>
- [Tutor.com] Tutor.com: The Double Slit Experiment. Possibly the most life-changing experiment you'll experience, <http://www.doubleslitexperiment.com/>

Authors' Information

Vitaliy Lofovskiy – Independent researcher, Odessa, 65113, Ukraine
e-mail: vitaaliy@gmail.com, ICQ: 24389662, Skype: nikit_a, tel. +38 068 261-1890 (cell)

