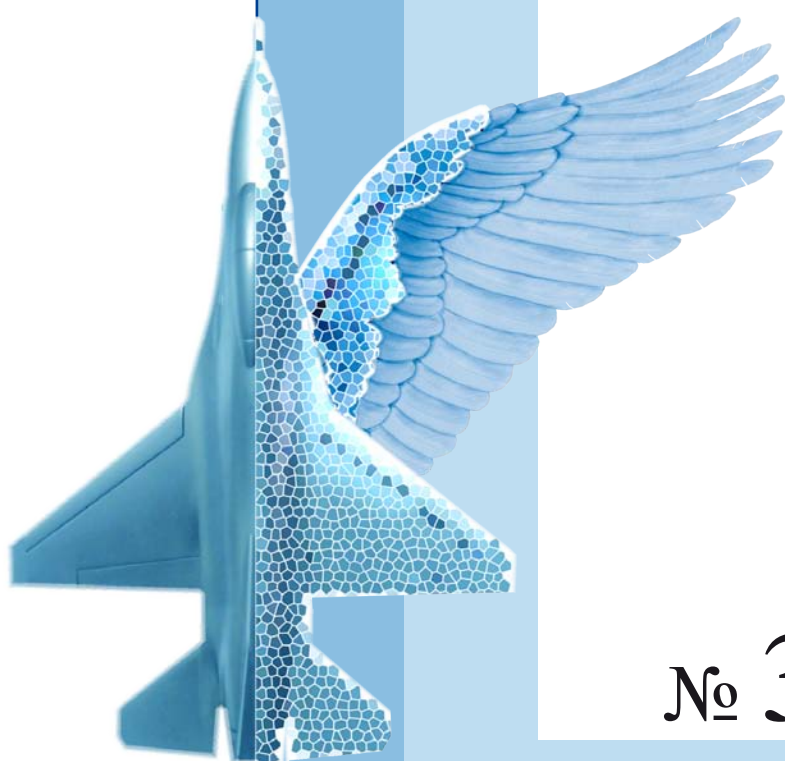


ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

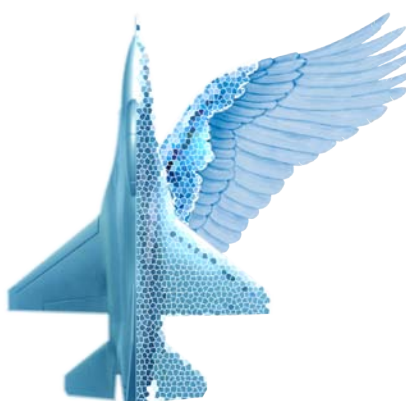


№ 3(9)/2013

ОНТОЛОГИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Научный журнал

№ 3(9)



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Белоусов Анатолий Иванович, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
 Боргест Николай Михайлович, к.т.н., профессор СГАУ, член ИАОА, г. Самара
 Голенков Владимир Васильевич, д.т.н., профессор, БГУИР, г. Минск
 Городецкий Владимир Иванович, д.т.н., профессор, СПИИРАН, г. Санкт-Петербург
 Валькман Юрий Роландович, д.т.н., профессор, МНУЦ ИТиС НАН и МОН Украины, г. Киев
 Васильев Станислав Николаевич, академик РАН, ИПУ РАН, г. Москва
 Виттих Владимир Андреевич, д.т.н., профессор, ИПУСС РАН, г. Самара
 Загоруйко Николай Григорьевич, д.т.н., профессор, ИМ СО РАН, г. Новосибирск
 Клещёв Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор, ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток
 Комаров Валерий Андреевич, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
 Крылов Сергей Михайлович, д.т.н., профессор, СамГТУ, г. Самара
 Курейчик Виктор Михайлович, д.т.н., профессор, Технологический институт ЮФУ, г. Таганрог
 Массель Людмила Васильевна, д.т.н., профессор., ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск
 Пиявский Семен Авраамович, д.т.н., профессор, СГАСУ, г. Самара
 Ржевский Георгий Александрович, профессор, Открытый университет, г. Лондон, Великобритания
 Скобелев Петр Олегович, д.т.н., НПК “Разумные решения”, г. Самара
 Смирнов Сергей Викторович, д.т.н., ИПУСС РАН, член ИАОА, г. Самара
 Соллогуб Анатолий Владимирович, д.т.н., профессор, ГНПРКЦ “ЦСКБ-Прогресс”, г. Самара
 Соснин Петр Иванович, д.т.н., профессор, УлГТУ, г. Ульяновск
 Сулейманов Джавдет Шевкетович, академик, вице-президент АН РТ, г. Казань
 Таллер Роберт Израилевич, д.филос.н., профессор, СГАУ, г. Самара
 Федунцов Борис Евгеньевич, д.т.н., профессор, ГосНИИ Авиационных систем, г. Москва
 Шарипбаев Алтынбек, д.т.н., профессор, Институт искусственного интеллекта, г. Астана, Казахстан
 Шведин Борис Яковлевич, к.психол.н., ООО “Дан Роуз”, член ИАОА, г. Ростов-на-Дону

Исполнительная редакция журнала

Главный редактор	Смирнов С.В.	директор ИПУСС РАН
Выпускающий редактор	Боргест Н.М.	директор издательства “Новая техника”
Редактор	Козлов Д.М.	профессор СГАУ
Технический редактор	Шустова Д.В.	СГАУ
Редактор перевода	Коровин М.Д.	СГАУ
Дизайнер	Симонова А.Ю.	издательство “Новая техника”

РАБОЧИЕ КОНТАКТЫ**ИПУСС РАН**

443020, Самара, ул. Садовая, 61.
 тел.: +7 (846) 332 39 27, факс.: +7 (846) 333 27 70

Смирнов С.В.
 smirnov@iccs.ru

СГАУ

443086, Самара, Московское шоссе 34, корп. 10, кафедра КиПЛА
 тел.: +7 (846) 267 46 47, факс.: +7 (846) 267 46 46

Боргест Н.М.
 borgest@yandex.ru

Издательство “Новая техника”

443010, Самара, ул.Фрунзе, 145, тел.: +7 (846) 332 67 84, факс: +7 (846) 332 67 81

Сайт журнала: http://agora.guru.ru/scientific_journal/



Smart Solutions
 Living schedules - easy as 1-2-3

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «РАЗУМНЫЕ РЕШЕНИЯ»
<http://www.smartsolutions-123.ru/>

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС 77-46447 от 7.09.2011 г.



Отпечатано в издательстве “Новая техника” © Все права принадлежат авторам публикуемых статей
 Подписано в печать 30.09.2013. Тираж 300 экз. © Издательство “Новая техника”, 2011, 2012, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Онтология проектирования в лицах ПРОРЫВ В НАУКЕ	5
От редакции “НАЧАЛА” СОВРЕМЕННОЙ ОНТОЛОГИИ	7
Боргест Н.М. КЛЮЧЕВЫЕ ТЕРМИНЫ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: ОБЗОР, АНАЛИЗ, ОБОБЩЕНИЯ	9
Нечаев Ю.И. ОНТОЛОГИЯ ФИЗИКО-ФИЛОСОФСКИХ АСПЕКТОВ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ XXI ВЕКА	32
Левин В.И. ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. МЕТОД ДЕТЕРМИНИЗАЦИИ	41
Клещев А.С., Черняховская М.Ю., Шалфеева Е.А. ПАРАДИГМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЧАСТЬ 1. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	53
Родзин С.И., Родзина Л.С. МОБИЛЬНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ОНТОЛОГИИ	70
Шарипбаев А.А., Омарбекова А.С., Барлыбаев А.Б. ОНТОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УНИВЕРСИТЕТА	82
Замула А.А. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	87
ABSTRACTS	94
НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ и СЕМИНАРЫ 2013-2014 гг.	96
Решение XIV международной конференции ИИ-2013	
1-й международный семинар по семантическим технологиям для PLM	
IV Международная конференция ОСТИС-2014	
8-я международная конференция ФОИС-2014	
НОВОСТИ ОТ ПАРТНЕРА ЖУРНАЛА	101
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИЗДАНИЯ	102

CONTENT

Ontology of designing in the people BREAKTHROUGH IN SCIENCE	5
From the Editors “BEGINNING” OF MODERN ONTOLOGY	7
N.M. Borgest KEYWORDS OF ONTOLOGY OF DESIGNING: REVIEW, ANALYSIS, GENERALIZATION	9
Yu.I.Nechaev ONTOLOGY OF PHYSICAL AND PHILOSOFIC ASPECTS OF MODERN CATASTROPHE THEORY IN INTELLIGENT TECNOLOGIES OF XXI CENTURY	32
V.I. Levin OPTIMAL DESIGN IN CONDITION OF UNCERTAINTY DETERMINIZATION METHOD	41
A.S. Kleshev, M.Y. Chernyakhovskaya, E.A. Shalfeeva THE PARADIGM OF AN INTELLECTUAL PROFESSIONAL ACTIVITY AUTOMATION. PART 1. THE FEATURES OF AN INTELLECTUAL PROFESSIONAL ACTIVITY	53
S. I. Rodzin, L. S. Rodzina MOBILE LEARNING SYSTEMS AND ONTOLOGY	70
A.A. Sharipbayev, A.S. Omarbekova, A.B. Barlybayev ONTOLOGY OF DIGITAL UNIVERSITY	82
A.A. Zamula THE BANKING ACTIVITIES CONTROL SYSTEM WITH USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS	87
ABSTRACTS	94
CONFERENCES AND SEMINARS IN 2013-2014	96
Decision XIV International Conference AI 2013	
1st International Workshop on Semantic Web Technologies for PLM	
IV International Conference OSTIS 2014	
The 8th International Conference FOIS 2014	
NEWS FROM THE PARTNER JOURNAL	101
RECOMMENDED BOOKS	102

ПРОРЫВ В НАУКЕ

Наука – основа человеческой цивилизации!

Жорес Алфёров

Пламенная речь - пожалуй, так можно охарактеризовать очередную лекцию почетного доктора национального исследовательского университета - Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (СГАУ) - известного российского учёного, академика, лауреата Нобелевской премии Жореса Ивановича Алфёрова, прочитанную им в стенах СГАУ 31 июля 2013 года. Тема лекции: «*Прорывные технологии второй половины XX века и их современная роль*» и, пожалуй, в большей степени сам лектор привлекли внимание многих. В самый разгар сезона отпусков и студенческих каникул в актовом зале пробраться можно было лишь с трудом. В зале присутствовали сотрудники, студенты и выпускники прошлых лет КуАИ-СГАУ, председатель Общественной палаты Самарской области и президент СГАУ В.А. Соيفер, председатель Совета ректоров Самарской области Г.П. Котельников, ректоры других вузов. Пришедших интересовали как содержание самой лекции с оценками достижений из уст выдающегося учёного, так и давно ожидаемый в научной общественности позитивный настрой на будущее российской науки. Каждый пытался сверить свой «камертон», свою позицию, свое видение и понимание ситуации в науке сегодня с завтрашним днем.

Лектор начал с того, что «Самара – действительно уникальное место, а СГАУ – уникальный вуз. Самара в 1941 году стала авиационным центром страны, а чуть позже – и космическим». Говоря о прорывных технологиях XX века, Жорес Иванович выделил семь направлений: атомное оружие и атомная энергия, реактивные двигатели и космические технологии, создание электронно-вычислительных машин, разработки транзистора, открытие лазера, создание кремниевых чипов и гетероструктур, революция в генетике и новые технологии в медицине. Проводя анализ появления и значения каждого из этих направлений, почётный доктор СГАУ рассказывал об учёных-авторах и о фундаментальных теориях, позволивших совершить прорывы в науке.



Не мог обойти лектор и волнующую всех тему реформы Российской академии наук (РАН), обрушив на организаторов нынешних преобразований весь критический запал аргументов и обоснованных концептуальных возражений. Отсутствие чётких и внятных целей декларируемых реформ, не согласованность их с критериями и результатами деятельности РАН не отвечают, по мнению Нобелевского лауреата, интересам общества и государства. Можно говорить об отсутствии онтологической модели проводимых реформ, в которых сущностные вопросы науки подменяются имущественными, материальными, финансовыми. Начавшиеся в период летних отпусков дебаты и споры о будущем науки и высшего образования в России пока продолжаются по обе стороны баррикад сторонников и противников реформ. И теперь полемика переместилась в Государственную Думу, Правительство России и уже ско-

ро приобретает законодательную силу, реформы будут становиться объективной реальностью нашей повседневной жизни...



Наш журнал – это место для дискуссий, дискуссий научных, аргументированных, содержательных и, хотелось бы верить, обстоятельных.

Обсуждаемый «прорыв в науке» видится разными людьми по-разному, в силу своей ментальности, культуры, образования, опыта, своего положения, своих интересов и проч. Сам термин «прорыв» семантически в русском языке имеет разный окрас и смысл, причём имеющий прямо противоположную оценку участниками и различные последствия для них. Трагедии от прорыва плотины, прорыва в системах жизнеобеспечения, прорыва фронта противником имеют явно негативные последствия. В то время как прорыв в творческих видах деятельности, в культуре, искусстве, технике, науке в большинстве своем ассоциативно позитивен.

Лектор не разочаровал своих слушателей. «Россия – страна оптимистов», - на такой оптимистической ноте Жорес Иванович завершил свою очередную лекцию в СГАУ, пояснив сказанное тем,

«что пессимисты все давно уже уехали»...

Оптимистически на будущее смотрит и СГАУ, оставаясь флагманским университетом аэрокосмического кластера и стремясь совершить свой прорыв в науке, технологии и образовании, и найти в этом своё достойное место в числе лучших университетов мира.

Какова же должна быть модель такого университета? Скорее всего, это открытая, конкурентная, доброжелательная среда, организуемая эффективно выстроившими процесс менеджерами, способными нацелить коллектив на достижение основных показателей мировых рейтингов, с интеграцией в мировое образовательное и научное пространство.

Как говорил Сенека: «Per Aspera ad Astra». Прорвёмся и мы!!!



(с) Фото Я. Тахтарова



«Точка есть то, часть чего ничто»
Евклид «Начала» книга 1

**Дорогой наш читатель,
уважаемые авторы и члены редакционной коллегии!**

Не нарушая традиций, вспомним и отдадим должное ушедшим в историю.

Сегодняшний наш герой - *Евклид*¹ (древ. греч. *Εὐκλείδης* происходит от словосочетания «добрая слава»; 356-300 гг. до н. э.) и его труд «Начала» (греч.: *Στοιχεῖα*, буквально - Алфавит, лат. *Elementa*, т.е. Элементы).



Гениальный Эйнштейн высоко ценил это произведение Евклида: «Это удивительнейшее произведение мысли дало человеческому разуму ту уверенность в себе, которая была необходима для его последующей деятельности. Тот не рождён для теоретических исследований, кто в молодости не восхищался этим творением»².

На наш взгляд «Начала» можно рассматривать как развитую «спецификацию концептуализации» (Т. Груббер), онтологию в особой области человеческой деятельности. В этом смысле «Начала» дают образец перехода в область структурированного знания, фактической его дискретизации, с высокой степенью готовности к «оцифровке» для передачи/переноса знания в иную, искусственную среду – в компьютер.

Труд Евклида, по мнению историков, - один из немногих и, возможно, первый из дошедших до нас трактатов, где подведены итоги трёхсотлетнего развития греческой математики и создан фундамент для дальнейших исследований.

Красота «Начал» в дедуктивной системе: сначала приводятся определения, постулаты и аксиомы, затем формулировки теорем и их доказательства. Вслед за определением основных геометрических понятий и объектов Евклид доказывает существование остальных объектов геометрии путём их построения, которое выполняется на основании сформулированных постулатов.

¹ Воссозданный образ Евклида представлен в картине нидерландского художника Йос ван Вассенхове, работавшего во второй половине XV века (галерея Урбино, Италия).

² А. Эйнштейн *Физика и реальность*. - М.: Наука, 1965. - С. 62.

Определения Евклида - это фактически сущности исследуемой им предметной области:

- Точка есть то, что не имеет частей («Точка есть то, часть чего ничто»)
- Линия — длина без ширины.
- Края же линии — точки.
- Прямая линия есть та, которая равно лежит на всех своих точках.
- Поверхность есть то, что имеет только длину и ширину.
- Края же поверхности — линии.
- Плоская поверхность есть та, которая равно лежит на всех своих линиях.

За определениями Евклид приводит постулаты:

- От всякой точки до всякой точки можно провести прямую.
- Ограниченную прямую можно непрерывно продолжать по прямой.
- Из всякого центра всяким раствором может быть описан круг (см. репродукцию на с.7).
- Все прямые углы равны между собой.
- Если прямая, пересекающая две прямые, образует внутренние односторонние углы, меньшие двух прямых, то, продолженные неограниченно, эти две прямые встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых.

За постулатами следуют аксиомы, которые имеют характер общих утверждений, относящихся в равной мере как к числам, так и к непрерывным величинам:

- Равные одному и тому же равны и между собой.
- И если к равным прибавляются равные, то и целые будут равны.
- И если от равных отнимаются равные, то остатки будут равны.
- И если к неравным прибавляются равные, то целые будут не равны.
- И удвоенные одного и того же равны между собой.
- И половины одного и того же равны между собой.
- И совмещающиеся друг с другом равны между собой.
- И целое больше части.
- И две прямые не содержат пространства.

У Евклида утверждения, принимаемые без доказательства, назывались постулатами и аксиомами. В чём заключался принцип разделения основных положений на два списка, осталось невыясненным. Известно лишь приписываемое Евклиду изречение: «Если теорему так и не смогли доказать, она становится аксиомой», которое можно дополнить его же замечательной антитезой: «То, что принято без доказательств, может быть отвергнуто без доказательств».

В работе современных российских онтологов³ онтология (O) представляется тройкой кортежей, включающей « C - совокупность концептов предметной области, R - совокупностью отношений между ними, A - набор аксиом (которые описывают как законы так и принципы существования концептов)»:

$$O = \{C, R, A\}.$$

Видно, что кортежная тройка вполне соответствует представлениям Евклида при описании им выделенных формализмов в предметной области геометрии.

Завершить своё обращение хочется также крылатой фразой Евклида:

«Что и требовалось доказать».

P.S. Продолжаем читать классиков...

а также знакомимся с «началами» работ в области онтологического инжиниринга российских научных школ и наших близких соседей из Украины и Казахстана.

³ Т.А. Гаврилова, Д.И. Муромцев. *Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы*: Учеб. пособие, 2-е изд. - СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Издат. дом С.-Петербур. гос. ун-та, 2008. – 488 с.

УДК 001.8

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕРМИНЫ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: ОБЗОР, АНАЛИЗ, ОБОБЩЕНИЯ

Н.М. Боргест

*Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)*

*Институт проблем управления сложными системами РАН, г. Самара
borgest@yandex.ru*

Аннотация

Предлагаемая статья – это приглашение к дискуссии о понятийном аппарате формирующейся области научных исследований. Статья дополняет предыдущую статью автора «Научный базис онтологии проектирования» в журнале «Онтология проектирования» (№1(7), 2013). В статье продолжается исследование понятийного аппарата, на основе которого делается попытка определить саму область исследований, круг основных понятий и дать обоснование ключевым терминам онтологии проектирования. Автор надеется, что формирование в будущем «единого» языка проектанта на базе разрабатываемого тезауруса обеспечит и облегчит взаимопроникновение полученных результатов и достижений проектной деятельности в различные предметные области.

Ключевые слова: онтология, проектирование, тезаурус, термины, понятия, слова, смысл.

*Человек - существо бескрылое, двуногое,
с плоскими ногтями; единственное из существ,
восприимчивое к знанию, основанному на рассуждениях.
Платон (427-347 до н.э.)*

*Верно определяйте слова, и вы освободите мир
от половины недоразумений.
Рене Декарт (1596-1650)*

Введение

Гениальный Декарт верно определил неразрешимые до сих пор в полном объеме проблемы человечества – это проблемы содержательной коммуникации, передачи смысла, единообразия восприятия и понимания сущностей, атрибутов и отношений, однозначности толкования терминов, слов. Не исключением является и развивающееся научное направление «Онтология проектирования», которое диктует потребность:

- совершенствования понятийного аппарата,
- определения круга важных содержательных терминов,
- согласования синонимичных понятий, используемых в различных предметных областях, исследующих и практикующих проектную деятельность,
- позиционирования самого направления как научной дисциплины¹.

Эти проблемы разрешимы могут быть лишь условно, когда на определенном этапе развития возможно будет краткосрочно договориться о содержательном наполнении и взаим-

¹ «Онтология проектирования» как учебная дисциплина изучается с 2011 года пока лишь магистрантами в СГАУ (направление «Авиастроение»). Как научная дисциплина - «Онтология проектирования» - формируется, разрабатывается, концептуализируется и исследуется.

ном согласии в понимании сути используемых терминов и их определении. Статья продолжает начатую в первом номере журнала за 2013 год тему [1], более подробно рассматривая именно понятийный аппарат научного направления «Онтология проектирования», рассматривая его как предметную область (ПрО) исследования. Сам содержательный состав аппарата понятий включает термины, большая часть которых не являются новыми для проектантов, другие же устарели, видоизменили своё содержание. Многие используемые термины имеют давнюю историю применения, некоторые даже получили статус стандартизованных, т.е. по замыслу из авторов-организаторов-составителей, общепотребимых, одинаково трактуемых и используемых.

Классики учили: «зри в корень», поэтому начнем с истории.

1 История терминологических соглашений

История терминологических соглашений – это фактически история языка, история его зарождения. В происхождении языка много разных теорий: от традиционных эволюционных, до «хомскианской революции», декларирующей врожденную способность к языкам. Но в любом случае «язык отражает наше осмысление действительности» и «является окном в природу человека» [2]. Эта мысль Стивена Пинкера фактически продолжает идеи неразрывной связи происхождения языка с происхождением человека, с возникновением и развитием коллективной деятельности.

Символические знаки шумерской письменности – одна из первых попыток «договориться», согласовать общие понятия, дать своё образное представление основным сущностям бытия. Вся последующая история языка и фиксирующего его инструментария – письменности – это поиск адекватного способа или технологии коммуникации, в основе которой лежит согласованный, принятый сообществом терминологический и символический аппарат.

На взгляд автора ближе всего к современному пониманию установления большинства терминологических соглашений являются античные гипотезы научной школы «тесей», сторонниками которой, как известно, были Демокрит и Аристотель. Приверженцы этой школы постулировали происхождения имен от установления, согласно обычаю или в действительности, в практике, в бытии основанные на соглашениях. Иные теории, например, «фюсей» или стоики, конечно, находят и сейчас своих сторонников, ищущих истоки слов и имён. Но количество этих слов невелико, основа их во многом забыта, не актуальна, да и сами их корневые истоки по большей части не используются современными носителями знаний и языка. Вместе с тем роль современной этимологии, как науки о происхождении и истории слов, важна в первую очередь для оценки корневого и, в конечном итоге, смыслового содержания слов. Этимология в определенной степени может выступать арбитром в легализации тех или иных нововведений в обозначении и определении сущностей, процессов и вещей, в формировании, в конечном итоге, осмысленной и понимаемой сообществом создаваемой и развиваемой онтологии, которая, по утверждению проф. Виттиха В.А., «становится инструментом достижения взаимопонимания» [3].

Пожалуй, первый систематизированный труд по краткому определению жизненных и бытийных сущностей, процессов и их свойств, принадлежит платоновской школе и изложен в известном сочинении «Определения» [4]. Русский философ А.Ф. Лосев оценил «Определения» как лексикографический итог всей философии Платона и попытался с современных позиций классифицировать сделанные в них дефиниции. Он разделил платоновские определения на малоценные, не очень понятные, односторонние, определения с правильным перечислением признаков без их сведения воедино и с их сведением воедино, а также точные определения через родовидовой признак без подробностей и с подробностями.

Невозможно удержаться и не упомянуть ряд изысков платоновской школы в выстраивании определений осмысленных ими сущностей. В частности, стоит привести, развернув в виде семантической сети, содержательные связи самого понятия «определение», взяв для этого входящие в него определения других сущностей.

«*Определение* — предложение (logos), состоящее из родового и отличительного признаков.

Речь (logos) — звук, воспроизводимый в письме и обозначающий каждую существующую вещь; говорение (dialectos), состоящее из имен и глаголов без напевности.

Звук — истечение из уст, вызванное размышлением.

Речение (dialectos) — человеческий голос, воспроизводимый в письме, и некий общий толковательный знак, без напевности.

Имя — неделимая часть речи, истолковывающая обозначенное согласно его сущности, а также толкующая все то, что не имеет собственного названия.

Слог — воспроизводимый в письме член человеческой речи.

Элемент — то, что объединяет и разъединяет все сложное» [4].

На рисунке 1 показана авторская реконструкция содержательных связей рассмотренных выше определений. Двухсторонняя стрелка означает синонимичность понятий, а односторонняя стрелка указывает направление включения понятий, некий аналог «is a».

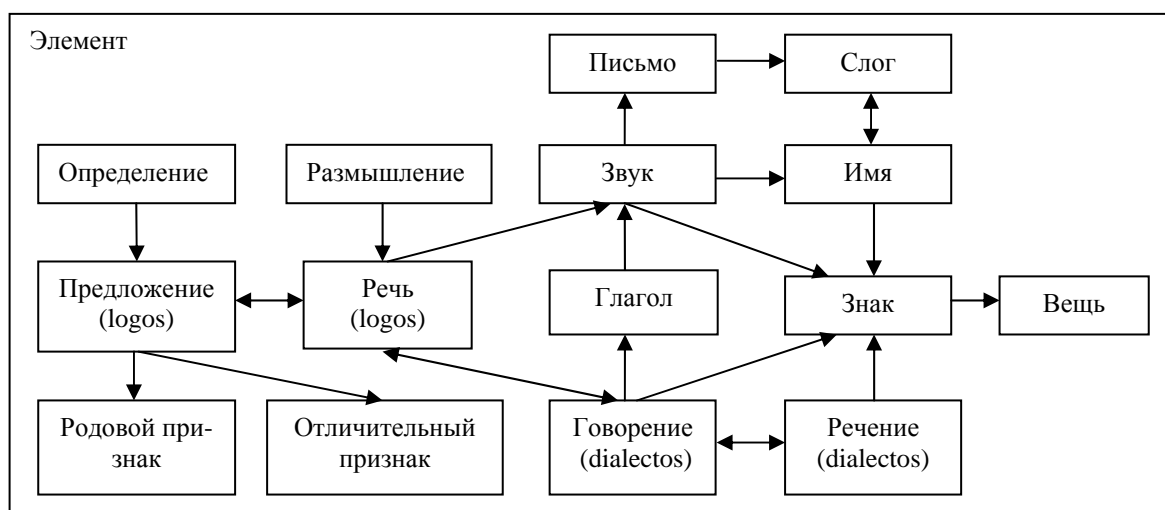


Рисунок 1 – Семантическая связь понятий платоновской школы на примере термина «определение»

Приведенные понятия нашли широкое использование и в современном языке, пройдя долгий путь трансформации и развития. Другой пример, но уже фактического забвения из «Определений» платоновской школы, – это термин «калокагатия (calocagathia) — способность избирать наилучшее». Само по себе содержание этого не столь благозвучного в русской речи понятия важно в контексте онтологии проектирования, так как именно эта способность у субъекта проектирования позволяет найти наилучшие решения, определяет эффективность проекта, и, в конечном итоге, его будущее. Смысловую нагрузку этого термина глубоко изучал А.Ф. Лосев [5].

Термин античной эстетики, которым Платон обозначал идеал воспитания, гармонию внешнего и внутреннего, которая является условием красоты индивида, калокагатия стала одним из важнейших терминов нравственного учения учителя Платона - Сократа. Содержательное наполнение калокагатии менялось со временем, но в целом означало некий ответ на формулу счастья - «полнота жизни в полноте добродетели» («жить по природе», «жить прекрасно», «жить хорошо»).

Думается, что сегодняшним субъектам проектирования это определение их качеств, свойств и способностей как «умение избирать наилучшее нравственное решение» особенно актуально, в связи с возросшей ответственностью за свои решения, обусловленной невиданным ранее антропогенным влиянием в основном через создаваемые артефакты на среду обитания фактически всей цивилизации. Исчезающий в философской среде термин [6] не должен исчезнуть вместе со своим реальным содержанием. Быть *калокагатийным проектантом* означает быть гармоничным с природой, ее ресурсами, ее возможностями, уметь оценивать последствия и, в конечном итоге, видеть будущее.

2 Анализ сущностей по Аристотелю

Определение понятий требует тщательного анализа существа вопроса. В первой книге «О душе» Аристотель, рассматривая «предмет» исследования - что же такое «душа», фактически дает метод анализа сущностей, который впоследствии позволяет сформулировать определение этого предмета.

Если в тексте Аристотеля заменить название исследуемой им нематериальной сущности («душа») на такие абстрактные сущности как ПРЕДМЕТ или ПОНЯТИЕ, то получится фактически исчерпывающий набор вопросов, ответы на которые позволят составить представление о новой исследуемой сущности. И в первую очередь здесь ставится вопрос о *категоризации*, т.е. о том, что составляет основу онтологического анализа ПрО. Нельзя не согласиться с Аристотелем в том, что «пустыми определениями являются те, при помощи которых не только нельзя объяснить производные свойства, но даже нелегко догадаться о них» [7]. С учетом предложенной и фактически произведенной замены указанных понятий онтологический анализ сущностей по Аристотелю выглядит так:

«Прежде всего, необходимо определить:

- К какому роду сущего относится ПОНЯТИЕ, и что оно собою представляет?
- Является ли это ПОНЯТИЕ чем-то определенным и сущностью, или же количеством, или качеством, или какой-нибудь другой категорией из нами установленных?
- Относится ли оно к тому, что существует в возможности или, скорее, представляет собою нечто актуальное?
- Делимо или неразделимо ПОНЯТИЕ?
- Все ПОНЯТИЯ однородны или нет?
- Если неоднородны, то как они друг от друга отличаются – по виду или по роду?
- Нужно ли сначала исследовать ПОНЯТИЕ в целом, или части?
- Какие части по своей природе отличаются от других и нужно ли первоначально исследовать части или же их деятельность?
- Если же целесообразно сначала исследовать деятельность, не следует ли прежде рассмотреть то, что противостоит деятельности?
- Приступая к исследованию необходимо ... собрать мнения предшественников, которые выдвигали свои толкования ..., чтобы принять во внимание всё, что они высказали правильного, и отмежеваться от всего, что ими сказано неосновательно».

Представленный «вопросник Аристотеля» помогает структурно выстроить онтологический анализ исследуемых сущностей, способствует формированию единой классификационной декомпозиции, особенно востребованной в сложных ПрО. Думается, что аналогичный подход к анализам сущностей допустим и к понятийным областям, которые есть суть отражения ПрО.

Именно к Аристотелю по утверждению лингвистов восходит философское понимание термина, так как «термином он называл подлежащее и сказуемое суждения – логический

субъект и логический предикат» [8]. Отечественные ученые Д.С. Лотте, Г.О. Винокур, В.В. Виноградов и др. уже в наше время внесли значительный вклад в развитие теории термина.

3 Теория термина

В предисловии к новой книге проф. Сложеникиной Ю.В. «Основы терминологии» [8] в качестве эпиграфа приведены слова Флоренского П.А. «.. не ищите в науке ничего, кроме терминов, данных в их соотношениях: *всё содержание науки сводится именно к терминам в их связях, которые (связи) первично даются определениями терминов*». Философ и богослов, инженер и ученый, построитель «конкретной метафизики» Флоренский П.А. язык понимал *онтологически* [9]. Символ у Флоренского и есть бытие, которое больше самого себя. Имена и слова суть носители энергий бытия: они суть само бытие в его открытости человеку, они есть символы бытия.

Разрабатываемая теория термина нацелена помочь осмыслить термин в системе, во взаимосвязи с другими единицами лексики, в статике и динамике [8]. Для этого, как и в любой другой науке, накапливаемые знания о ПрО классифицируются, структурируются, обобщаются. Классификация специальной лексики включает помимо самих терминов и их производных в виде прототерминов, предтерминов, терминоидов и псевдотерминов, также номенклатурные обозначения, профессионализмы и жаргонизмы. Фактически указанные и иные производные терминов показывают, с одной стороны, определенную стадийность жизненного цикла термина от его зарождения до исчезновения, с другой стороны, его смысловую текущую принадлежность.

Последние десятилетия человечество переживает «номенклатурный взрыв», т.к. современные люди живут в мире номенклатуры – названий сортов, марок, артикулов. Основное отличие термина от номена в том, что первый указывает на общее понятие, второй на частное. Тонкая грань, лежащая между профессионализмами и жаргонизмами, порой трудно различима на практике. Например, в авиации такие необычные на первый взгляд термины, как «бочка» (фигура высшего пилотажа – вращение самолета вокруг продольной оси), «козление» самолета (периодический отрыв самолета при посадке) или «косынка» (деталь, соединяющая стержневые элементы) из жаргонизмов давно перекочевали в профессионализмы и даже стали частью специальной лексики [10].

Терминология как совокупность терминов, обозначающих понятия какой-либо специальной области знания или деятельности, является важной составной частью развития самой ПрО. Однако терминология характеризуется неупорядоченностью (неполные терминологии, существование терминов-синонимов, многозначных терминов, терминов-неологизмов и пр.), и ей свойственно развитие (появление новых понятий путем вычленения некогда недробных терминов, обозначение вновь появившихся предметов и пр.). В то время как в терминосистеме явно обозначаются все основные понятия и связи между ними. При этом лингвисты характеризуют терминосистему такими особенностями, как структурированность и системность (каждый термин связан с другими структурными единицами логическими и ассоциативными отношениями), а также полнотой, которая выражается заполненностью всех мест системы понятий [8].

Будучи феноменом языковым, термин подчиняется фундаментальному закону, согласно которому *каждый язык членит действительность по-своему* [11]. А это означает, что значения отдельных слов и сферы их употребления не совпадают от языка к языку. Причем здесь под языками понимаются не только различные языки народов мира (русский, английский и др.), но и языки узких специалистов в различных ПрО. Поэтому при коммуникации и

переводе текстов с различных языков замены слово в слово практически невозможны. Здесь особенно важным становится соотнесение каждого термина со всей системой понятий определенной ПрО и отрасли знаний, здесь важен контекст использования термина. Облечь понятие в языковые формы недостаточно, необходимо, чтобы этими формами пользовались. Таков лингвистический постулат.

4 Козволюция термина на примере Абсолюта

Составляя онтологический словарь проектанта, словарь основных терминов проектировщика, словарь, который был бы инвариантен к ПрО, наверное, пришлось бы начать с термина Абсолют, как того требует алфавитный порядок слов. Об Абсолюте Знаний и его содержательном наполнении в рамках рассматриваемой научной дисциплины уже упоминалось в предыдущей статье [1]. Здесь же лишь кратко укажем на козволюцию этого термина в разные периоды развития науки.

АБСОЛЮТ от лат. *Absolutus* означает законченный, полный, и в то же время совершенный. Абсолют – философский термин, обозначающий понятие самодостаточной, вечной, актуально бесконечной духовной реальности, в которой как в своей основе коренится бытие всего сущего. В монотеистических религиях, религиозно-философских и теологических концепциях понятию Абсолюта соответствует представление о Боге [6].

В древнеиндийских учениях в качестве Абсолюта выступает брахман, в даосизме – Дао, в каббале – Эйн Соф, безграничная, чистая божественность. У древних греков это чистое бытие (Парменид), благо (Платон), перводвижитель (Аристотель), в неоплатонизме – единое, у Николая Кузанского – абсолютный максимум, у Декарта – абсолютное бытие, у Спинозы – субстанция, у Лейбница – монада монад, у Канта – идеи чистого разума, у Гегеля – абсолютный дух. Считается, что термин Абсолют впервые употребили М. Мендельсон и Ф. Якоби для обозначения спинозовской субстанции. Шеллинг активно использовал термин Абсолютное тождество субъекта и объекта. Категория Абсолюта становится центральной для английского неогегельянства (Брэдли и др.), у Франка это – «непостижимое», постигаемое через постижение его непостижимости. Постигание Абсолюта – задача внутренне противоречивая, так как ведет к «оконечиванию» бесконечного.

Утверждение о том, что истина познаваема, дополняется утверждением о том, что познаваема только истина. Относительно Абсолюта возможно подлинное знание, тогда как о конечных вещах возможно лишь мнение. Задача разума состоит в том, чтобы синтезировать схваченные в рассудочных абстракциях отдельные черты Абсолюта в единый, целостный «образ» (А.Ф. Лосев называет такой образ «умной иконой» бесконечного) и практически раскрыть и актуализировать имманентность Абсолюта человеческому духу. Долгое время господствовавшие религиозно-философские системы были по существу попытками построить «образ» бесконечного и представляли собой различные формы реализации спекулятивно-мистической установки. В рамках европейской философии такая «спекулятивная мистика» представляет собой философскую традицию, наиболее богатую интуициями об Абсолюте. Эта традиция восходит к Платону и Аристотелю, получает конфессионально оформленное развитие у отцов Церкви, а в немецкой философии идет от Экхарта к Николаю Кузанскому и далее к Фихте, Гегелю и Шеллингу [6].

Оправданность понятия Абсолюта Знаний в нашем случае базируется на необходимости онтологической ясности, целостности и полноты картины самого процесса и магии (т.е. еще непознанного) создания новых артефактов, понимания сути естественного и искусственного отбора, места и роли субъектов проектирования [1].

5 «Простые» примеры

5.1 Объект и предмет

Известно, что споры о содержании понятий *объект* и *предмет исследования* при всей долгой истории их применения продолжаются. Специалисты, занимающиеся проектной деятельностью, трактуют объект исследования чаще всего как объект проектирования, понимая и рассматривая его для своих целей и как создаваемую ими модель, и как ее материальное воплощение. При этом предмет исследования ассоциируется ими как некая предметная область, в которой существует их объект. С предметной областью связаны и понятия предмета как изучаемой научной дисциплины, а преподаватель-предметник выступает как специалист в данной Про.

При этом корифеи русской словесности В. Даль [12] и С. И. Ожегов [13] следующим образом трактуют эти понятия:

«*Объект, предмет, субъект.* Объективные признаки, кои могут быть наблюдаемы зрителем; субъективные чувствуются самим предметом.

Предмет – все, что представляется чувствам. Предмет сочинения – основа, смысл его» [12].

«*Объект.* 1. То, что существует вне нас и независимо от нашего сознания, внешний мир, материальная действительность. 2. Явление, предмет, на который направлена какая-нибудь деятельность. Объект изучения».

Предмет. 1. Всякое материальное явление, вещь. 2. То, на что направлена мысль, что составляет его содержание или на что направлено какое-то действие» [13].

Современный словарь методологических терминов расширительно трактует эти понятия:

«*Объект.* 1. В философии – всякое явление, существующее независимо от человеческого сознания. 2. В широком смысле – предмет, явление, которые человек стремится познать и на которые направлена его деятельность.

Предмет. 1. Всякое материальное явление, вещь. 2. То, на что направлена мысль, действие или чувство» [14].

Принятые в кругу методологов содержание и смысл рассматриваемых понятий сводятся к тому, что *объект* — это процесс (или явление), порождающий проблемную ситуацию и взятый исследователем для изучения, а *предмет* — это то, что находится в рамках (границах) объекта. Т.е. объект — это часть ощущаемого непознанного, с которой исследователь имеет дело, а предмет исследования лишь некоторый аспект ощущений, через который познается сам объект. При этом объект и предмет исследования как научные категории соотносятся как общее и частное.

Видно, что содержательное наполнение и соотношение указанных терминов у специалистов разных Про существенно иные. Что не мешает им понимать друг друга в границах своих Про. Стоит отметить также и тот факт, что некоторые исследователи не видят различия в этих понятиях и отождествляют предмет и объект исследования. Также как некоторые инженеры отождествляют понятие технический объект с технической системой, хотя большинство наделяют последнюю обязательными свойствами в виде единства, целостности и даже наличия некой цели. Отсюда видно, насколько необходим для понимания в кругу специалистов содержательный контекст используемых терминов и существование принятых терминологических договоренностей.

5.2 Проектирование и управление

Принципиальным вопросом в анализе этих важнейших понятий является - в чем же состоит сходство и в чем их принципиальное различие? Общее содержательное наполнение проектирования и управления как видов деятельности, конечно, состоит в принятии различных решений, в том числе, в условиях ограниченной неопределенности среды, данных, критериев, используемых моделей. В качестве отличий можно говорить о том, что в управлении имеем дело с заданной структурой объекта или управляемой системы, а в проектировании такая структура еще не определена, она создается, формируется в процессе проектной деятельности. В самой лаконичной форме можно сформулировать понятие «управление» как процесс принятия решений в существующей системе, т.е. «управлять можно тем, что есть». Проектирование же это процесс принятия решений о параметрах не существующего артефакта (объекта или системы), т.е. «проектируют то, чего нет».

5.3 Модели параметрические и параметризованные

Параметрические и параметризованные модели можно было бы рассматривать как синонимы, но можно и вложить определенную разницу в содержание этих терминов.

В проектировании при проведении оптимизационных исследований очень часто используют именно параметрические модели. Т.е. такие модели проектируемой системы, в которых варьируемыми параметрами являются проектные переменные, которые в свою очередь являются *независимыми переменными*. Независимость переменных – главное условие проведения оптимизационных расчетов, в противном случае результат по такой модели может оказаться не адекватным реальным физическим процессам и связям. Например, при оптимизации параметров рабочего процесса в термогазодинамической модели проектируемого авиационного двигателя можно допустить, что такие варьируемые параметры как степень сжатия в компрессоре, температура газа перед турбиной и степень двухконтурности являются независимыми переменными, и их совместное изменение в процессе оптимизации является допустимым для данной модели.

Параметризованные модели – это разновидность параметрических моделей, но в которых некоторые проектные параметры имеют определенные физически или иным образом обоснованные (функциональные, структурные и др.) *связи и ограничения*. Не соблюдение этих связей и ограничений выводит результаты моделирования из области допустимых решений. Например, в геометрической модели проектируемого самолета такие параметры как стреловидность крыла, сужение и размах крыла при всей их, казалось бы «внешней независимости», будут связаны, если рассматривать случай обеспечения заданной нагрузки на крыло. Также как связанными и ограниченными оказываются многие другие параметры: диаметр фюзеляжа и число кресел в ряду, диаметр винта и положение оси двигателя от плоскости симметрии самолета, положение силовых элементов в конструкции и всевозможных вырезы в ней и пр.

5.4 Сложность системы

Не менее важным в рамках дисциплины «Онтология проектирования» являются понятия, характеризующие свойства *системы*, которые в различных кругах предметников также рассматривается с разным содержательным оттенком. Например, такое понятие как *сложность системы* по утверждению проф. Г. Ржевского в русском и английском языках не идентичны: «Сложность по-русски - это от глагола сложить, т.е. система, состоящая из частей». И английский аналог *complicated* здесь вполне уместен. Но применение английского *complex* характеризует связанность системы, поведение которой изначально неопределенно и близко к

хаосу, а результат поведения системы есть результат взаимодействия поведений компонент, имеющих свои цели и критерии. Поэтому сложность системы по Ржевскому – это взаимодействие, автономия компонент, эмерджентное поведение, адаптивность, самоорганизация, обучение, творчество и коэволюция [15].

Нельзя не согласиться и с такой мыслью профессора: «Мы не можем точно определить понятия «интеллект», «ум», но всё равно пользуемся ими». Ясно и очевидно, что в каждом из нас сформирована и продолжает развиваться своя онтология, свои знания и представления о мире, сложился свой язык со своим содержательным наполнением. И для коммуникации и понимания необходимо и важно подобрать ключи.

6 «Ключи» к пониманию

В этом разделе акцент и внимание сфокусировано на способах и единицах *трансляции* образов, мысли, идей, которые выработало человечество. И среди таких способов и техник, конечно, ведущая роль у языка и его основных компонент, элементарных частиц - *единиц мысли*. Это слова, термины, вбирающие в себя понятия, образы, сущности, смыслы. Соотнесение слов в онтологиях субъектов, привязка их к идентичным понятиям, сущностям в контексте ситуации и ПрО способствуют пониманию субъектами передаваемой информации.

Специалисты практически всех ПрО испытывают методологические и методические сложности существующей терминологической неопределенности. Термины, в отличие от фактов, – это искусственные, произвольным образом изобретаемые конструкты, посредством которых строятся высказывания о явлениях и причинах, их порождающих: это, по сути, заменитель, сокращенный вариант текста, его редуцированная версия, которая затем и используется в рассуждениях. Термины - не более чем ярлыки. Поэтому трудно не согласиться с профессором А.Ю. Агафоновым утверждающим, что «правильных значений у научных терминов не бывает. Более того, не важно, кто и как понимает значение определенного понятия. Важна конвенция относительно факта, требующего объяснения» [16].

В этом смысле проблема определения понятий не является подлинно научной, т.к. нельзя объяснить понятие, можно объяснить только факт, обозначенный понятием. Определения представляют собой высказывания, требующие, в свою очередь, дополнительного истолкования, поскольку включают в себя другие неопределенные или плохо определенные понятия. А стремление к однозначному определению теоретического понятия всегда грозит регрессом в бесконечность². Использование понятия в определенном условном значении вполне может стать результатом *соглашения*, но лишь в узком кругу научного сообщества, где достигнуто взаимопонимание относительно сути проблемы и необходимости ее решения [16, 17].

7 Онтология проектирования в «зоне риска»

Сущностное и научное содержание онтологии проектирования, как интегративной дисциплины, базируется на результатах исследований в технических, гуманитарных и биологических науках [1]. Существующая дифференциация науки в данном случае не является катализатором становления новой научной дисциплины, появления новых знаний. При этом междисциплинарные связи, которые возникают в интегративных науках, с одной стороны, «приводят к потере предмета собственного исследования» и являются источником «многочисленных вариантов редуccionизма» [18]. С другой стороны, редуccionизм как продукт

² Для автора статьи еще в детстве при формировании собственной онтологии и накоплении знаний было очевидно, что окончательного ответа на вопрос «Почему?» трудно ожидать, т.к. в большинстве случаев на каком-то этапе ответы начинают заикливаться и уходить в область «сказки про белого бычка», «купи слона» и проч., лингвистически рекурсиваться.

междисциплинарных связей, дает возможность редукции быть «своеобразным мостиком, который каузальным отношением соединяет разные онтологии» [16].

Высказанные суждения о «потере предмета» [18] в междисциплинарных связях и союзах, по мнению автора, не являются проблемой отдельных сложившихся дисциплин, а, напротив, проблемой их роста, роста объема научных знаний, проблема «стыковых» зон. Именно здесь, как в точке бифуркации, резко меняется режим, так и в устойчивых онтологиях ПрО возникает острая проблема терминологических соглашений не только внутри самой ПрО, но и во внешнем взаимодействии с другими дисциплинами. Решение проблемы видится в принятии договоренностей, в терминологических стандартах.

8 Терминологические стандарты

Наиболее эффективный способ выработки понятийных соглашений - это разработка стандартов и процедур их внедрения в реальную практику. Первая «законодательная» часть включает работы по выстраиванию терминологического консенсуса и от него во многом зависит эффективность второго этапа – этапа реализации принятых соглашений.

Введенные в 1998 году Рекомендации по основным принципам и методам стандартизации терминологии (РМГ 19-96) [19] разработаны Всероссийским научно-исследовательским институтом классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству (ВНИИКИ) Госстандарта России. К ним уже присоединились 9 бывших союзных республик. Принципы и методы работ по стандартизации научно-технической терминологии гармонизированы с положениями международного стандарта ИСО 704-87.

Важным инструментом в терминологии является попытка договориться через принятие законодательных или рекомендательных актов.

Стандарт — это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области (Guide 2 ISO/IES. Руководство 2 ИСО/МЭК, 1991).

Терминологический стандарт – это стандарт, в котором объектом стандартизации являются термины. Такой стандарт содержит определение (толкование) термина, примеры его применения и т.п.

Основной целью стандартизации научно-технической терминологии является установление однозначно понимаемой и непротиворечивой терминологии во всех видах документации и литературы. Основными задачами стандартизации научно-технической терминологии являются [19, 20]:

- терминологическое обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, поставщиками и заказчиками, потребителями продукции, другими субъектами научно-технической и хозяйственной деятельности, применяющими межгосударственные (региональные) и национальные стандарты;
- терминологическое обеспечение методов и средств стандартизации, содействующих обеспечению качества взаимопоставляемой продукции;
- фиксация в стандартах на термины и определения современного уровня научного знания и технического развития;
- гармонизация научно-технической терминологии национального и международного уровней;
- обеспечение взаимосвязанного и согласованного развития лексических средств, используемых в информационных системах;
- выявление и устранение недостатков терминологии, используемой в документации и литературе.

Основная работа по упорядочению стандартизуемой терминологии, включает [19]:

- уточнение границ предметной области, в которых предполагается проводить упорядочение терминологии;
 - выявление понятий, сбор терминов и определений;
 - систематизацию понятий, в том числе построение классификации понятий;
 - определение структуры разделов стандарта и расположения терминов в разделах;
 - анализ, оценку и выбор (при необходимости создание новых) терминов и определений.
- При систематизации понятий выделяют наиболее общие категории понятий [19]:
- категорию предметов, к которой относят машины, устройства, материалы, химические соединения, инструменты и т.д.;
 - категорию процессов, которую образуют понятия, связанные с естественными процессами, действиями, перемещениями и т.п.;
 - категорию свойств, к которой относят понятия, абстрагирующие характеристики предметов (явлений);
 - категорию физических величин.

Определение есть логический прием, позволяющий установить четкие границы понятия и его место в системе понятий. Результатом определения является перечень наиболее существенных отличительных признаков понятия, формулируемый в виде предложения. Основными требованиями, предъявляемыми к определению, являются:

- соразмерность определения;
- включение в определение только существенных признаков;
- системность определения;
- недопустимость «порочного круга»³;
- недопустимость тавтологии;
- недопустимость отрицательного определения для положительного понятия;
- однозначность понимания определения;
- непротиворечивость терминам других стандартов;
- оптимальная краткость определения;
- лингвистическая правильность определения.

Термин - это слово или словосочетание специальной сферы употребления, являющееся наименованием понятия и требующее дефиниции. Термин именует научное понятие и в совокупности с другими терминами данной системы является компонентом научной теории определенной области знания. Основные требования к термину:

- однозначность соответствия между термином и понятием;
- соответствие значения термина выражаемому понятию;
- системность;
- краткость;
- деривационная способность;
- лингвистическая правильность.

9 Открытые технические словари и их применение

Созданное в России Федеральное государственное учреждение «Федеральный центр каталогизации»⁴ (далее Центр) активно занимается единообразным представлением, сбором, классификацией, идентификацией, кодированием, регистрацией, обработкой, хранением и распределением информации о комплектующих изделиях и материалах, поставляемых для

³ См. предыдущую сноску.

⁴ <http://www.fcc-rus.org/>

федеральных государственных нужд, а также выпуском стандартов по качеству данных и открытым техническим словарям [21-26].

Например, *предмет снабжения* (ПС) – продукция (изделие, комплектующее изделие, комплект, вещество или материал), являющаяся предметом самостоятельной поставки государственным заказчиком. *Единый классификатор* ПС (ЕКПС) – нормативный документ федеральной системы каталогизации продукции, содержащий систематизированный свод наименований и кодов классификационных группировок предметов снабжения. *Группа ЕКПС* – классификационная единица, объединяющая совокупность классов ЕКПС, имеющая двузначный цифровой код. *Класс ЕКПС* – классификационная единица, включающая в себя однородные ПС, имеющие четырехзначный цифровой код... [21].

Наиболее важной продукцией Центра является работа по гармонизации информации, данных, терминов, обеспечению качества информационных данных. Результат этой методической работы воплощается в ГОСТах [22-26] и во многом соответствует современному понятию онтологии.

Так например, ГОСТ Р ИСО/ТС 8000-1-2009 [25] распространяется на принципы представления информации и принципы качества информации. Он определяет такие важные термины как спецификация данных, качество, система управления качеством, формальный синтаксис, семантическое кодирование, значение свойства, словарь данных, основные данные, сообщение с основными данными, деловые транзакции и параметры транзакции, продукция и данные о продукции, а также определяет таксономию данных (см. рисунок 2) и структуру информационных данных (см. рисунок 3).

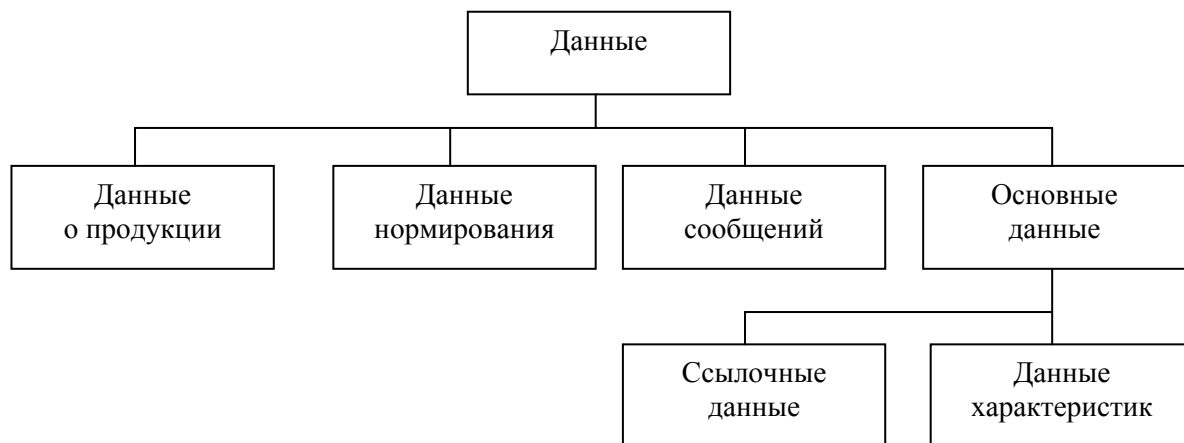


Рисунок 2 - Таксономия данных [25]

ГОСТ Р ИСО 8000-102-2011 [26] определяет такие термины как: метаданные; совокупность, спецификация, точность, полнота и завершенность данных; истинное значение и утвержденное эталонное значение; мера, измерение/замер и данные измерения/замера, а также предмет производства и снабжения, единица хранения, номер детали, серийный или заводской номер.

Особую практическую значимость имеют открытые технические словари (Open technical dictionaries - ОТД) – комплекс стандартов ИСО 22745, который включает руководства и схемы идентификации, методы обслуживания ОТД и интерфейсы для запроса информации из ОТД, включая терминологию. ОТД представляет собой совокупность терминов, которые определены для применения организациями, взаимодействующих друг с другом с целью принятия терминологии. В ОТД включены термины, определения и концепции, применяемые

для описания отдельных объектов, организаций, адресов, товаров и услуг. В комплексе стандартов ИСО 22745 описаны элементы данных, относящиеся к конкретным классам и парам «значение – свойство».

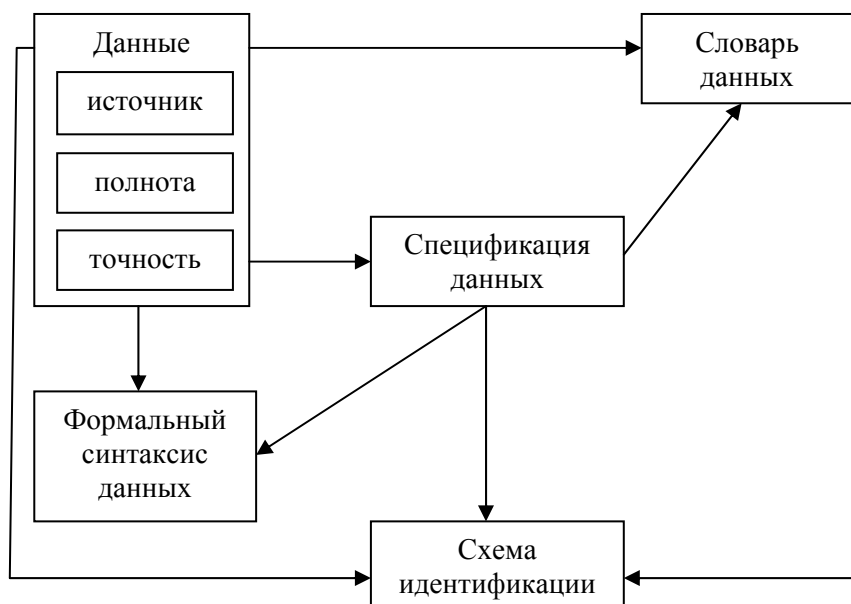


Рисунок 3 - Структура информационных данных [25]

Открытый технический словарь [24]:

- позволяет точно определить свойства в соответствии с данными ИСО 10303;
- позволяет точно определить информацию и обмениваться данными с партнерами из других стран без искажения смысла данных;
- позволяет синхронизировать базы данных с минимальным преобразованием данных;
- обеспечивает прозрачность потока информации, циркулирующей между правительственными и коммерческими системами с различными форматами организации данных;
- обеспечивает своевременность и достоверность передаваемых данных для финансово-учетных процессов;
- помогает обеспечивать эффективное финансирование;
- помогает управлять учетом и способствует совершенствованию производства;
- помогает вести учет коммерческих и правительственных снабженческих операций;
- обеспечивает информацией о единицах измерений и международных денежных единицах;
- обеспечивает сведениями о классификации и применении различных языков.

Любая организация может подготовить и предложить термины для включения их в открытый технический словарь. Комплекс стандартов ИСО 22745 не устанавливает требования к стандартизации терминологии. Открытый технический словарь должен иметь точный идентификатор каждой концепции и ссылки на источник терминологии (термины, определения и изображения). ОТД связывают термины и определения с их семантическим содержанием и дают ссылки на источник термина и определения. ОТД не предназначены для дублирования существующих стандартов, а должны обеспечивать исчерпывающий набор терминов для описания объектов, организаций, их местоположений, а также товаров и услуг.

Несмотря на то, что процесс гармонизации терминов не включен в область применения комплекса стандартов ИСО/ТС 22745, ОТД может быть полезным инструментом для гармонизации терминов, используемых в стандартах ИСО, МЭК и других документах.

10 Управление проектами по стандарту ISO 21500

Относительно свежий стандарт ISO 21500:2012 дает рекомендации по управлению проектом и по замыслу составителей-разработчиков может быть использован организациями любого типа, а также для любых проектов, независимо от их сложности, размера и продолжительности.

В стандарте детально описаны концепции и процессы, формирующие хорошую практику в управлении проектами. Проекты размещены в контексте программ и портфелей проектов, однако ISO 21500:2012 не дает подробные указания по управлению программами и портфелями проектов. Темы, относящиеся к общему управлению, рассматриваются только в контексте управления проектами.

Институт управления проектами (PMI⁵), ведущая в мире ассоциация для менеджеров проектов, высоко оценил согласованность с PMBOK® Guide⁶, широко используемым официальным стандартом в области управления проектами. PMI играл ведущую роль в разработке ISO 21500, ряд документов PMI были использованы в качестве основы нового стандарта, в том числе Глава 3 и Глоссарий PMBOK® Guide.

ISO 21500:2012 был задуман как стандарт, регламентирующий проектное управление на международном уровне. В основе его - успешные мировые практики и учет уже существующих стандартов в области управления проектами. Разработка международного стандарта велась по направлениям: разработка терминологии, регламентация процессов управления проектами, определение и описание ключевых концепций проектного менеджмента. В международную рабочую группу вошли эксперты из 32-х стран, многие из которых имеют свои стандарты в области управления проектами. По наиболее важным вопросам разработки стандарта должен быть достигнут консенсус всех стран – участниц разработки стандарта. В итоге был получен компактный, хорошо структурированный стандарт в области управления проектами.

В стандарте рассмотрены процессы управления проектами в организационном (но не предметном) окружении с учетом таких важных концепций, как общее руководство проектами в организации, требования к компетентности специалистов в области управления проектами. Многие концепции проектного менеджмента в стандарте описаны кратко, но предполагается, что они будут рассмотрены в других стандартах проектного менеджмента, работа над которыми была начата в 2012-м году.

Стандарт ISO 21500 дает высокоуровневое описание концепций и процессов, которые считаются лучшими практиками в управлении проектами. Как начинающие, так и опытные менеджеры проектов смогут применять это руководство по управлению проектами для повышения успеха проекта и достижения поставленных бизнес-целей. Стандарт позволит людям в любой организации понять, как их дисциплина вписывается в бизнес-окружение.

К преимуществам стандарта ISO 21500 можно отнести то, что он поощряет передачу знаний между проектами и организациями с целью повышения качества проектных работ; повышает эффективность тендерных процессов за счет использования единообразной терминологии по управлению проектами; позволяет специалистам по управлению проектами быть гибкими и работать над международными проектами; определяет универсальные принципы и процессы по управлению проектами.

Стандарт ISO 21500 – первый представитель семейства стандартов по управлению проектами. Он создан в дополнение к таким международным стандартам, как ISO 10006:2003, Системы управления качеством – Руководство по управлению качеством в проектах, ISO

⁵ <http://www.pmi.org/> - Project Management Institute.

⁶ PMBOK® Guide - A Guide to the Project Management Body of Knowledge—Fifth Edition. Пятая редакция должна быть готова к переводу на русский язык в октябре-ноябре 2013 года.

10007:2003, Системы управления качеством – Руководство по управлению конфигурацией, ISO 31000:2009, Управление рисками – Принципы и рекомендации, а также некоторым узконаправленным стандартам для аэрокосмической промышленности и IT-индустрии.

В определенной степени данный стандарт описывает важную организационную часть в рассматриваемой на страницах журнала онтологии проектирования. Этот стандарт является прекрасной иллюстрацией обобщения организационных процедур в различных ПрО при выполнении проектов. Последнее дает надежду на развитие подобных обобщающих практик и в других направлениях онтологии проектирования.

11 Проект и проектирование

Очевидно, что проект и проектирование - однокоренные слова. Однако в разных контекстах их содержательное наполнение видоизменяется. Рассмотрим и сопоставим этот важный для онтологии проектирования термин.

Проект (от лат. *projectus* — брошенный или выступающий вперед) — замысел, идея, образ, воплощенные в форму описания, обоснования, расчетов, чертежей, раскрывающих сущность замысла и возможность его практической реализации [27].

Рассмотренный выше стандарт ISO 21500 вводит определение понятия «проект».

Проект — это уникальный набор процессов, состоящих из скоординированных и управляемых задач с начальной и конечной датами, предпринятых для достижения цели. Достижение цели проекта требует получения результатов, соответствующих определенным заранее требованиям, в том числе ограничения на получение результатов, таких как время, деньги и ресурсы.

Проектирование - процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта (ГОСТ 22487-77).

Данный термин вызывает наибольшее число дискуссий. Так, например, в работе Джонса [28], в главе «Что такое проектирование?», анализируется более десяти определений «проектирования». Ниже приводится ряд формулировок этого термина, включая и определение самого Джонса. Их сопоставление и анализ позволят лучше понять этот ключевой для проектирования термин [10, 29, 30].

Проектирование - процесс, который кладет начало изменениям в искусственной среде [28, с.54].

Проектирование - процесс направленного действия проектировщика, необходимый для выработки технических решений, достаточных для реализации создаваемого (несуществующего) объекта, удовлетворяющего заданным требованиям [31, с.7].

Проектирование - это комплекс работ с целью получения описаний нового или моделируемого технического объекта, достаточных для реализации или изготовления объекта в заданных условиях [32, с.7].

Проектирование - это процесс создания описания, необходимого для построения в заданных условиях еще не существующего объекта, на основе первичного описания этого объекта [33, с.6].

Проектирование как наука представляет собой систему знаний о свойствах объектов проектирования, принципах и методах выбора их параметров [34, с.9].

Проектирование - есть форма познания объективного мира [35, с.43].

Проектирование - выбор некоторого способа действия [36, с.23].

Проектирование самолета - это и искусство, и наука [37, с.18].

Проектирование самолета - процесс разработки технической документации, которая обеспечивает возможность промышленного изготовления нового самолета, отвечающего за-

данным требованиям, и позволяет осуществлять его надежную эксплуатацию в заданных условиях [38, с.13].

Проектирование - деятельность, направленная на выбор такой структуры и таких параметров создаваемого изделия, которые обеспечивают экстремум какой-либо характеристике или свертке характеристик этого изделия и удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к нему, которые записывается, как правило, в виде неравенств [39, с.8].

Проектирование - вид научно-технической деятельности, представляющий из себя процесс определения (исследование, поиск, прогноз, выбор, расчет) основных параметров и характеристик объектов проектирования, необходимых для конструирования, т. е. для разработки конструкции, материализуемой в процессе изготовления [29, с.9].

В последнем определении сделана попытка вычлнить этап конструирования как итоговую, завершающую фазу проектирования. Насколько это удачно? Предлагаю обсудить. Одновременно стоит обсудить и список важнейших терминов, которые составляют или составят словарь проектанта, а в конечном итоге определят и сам тезаурус дисциплины онтология проектирования. Ниже представлена первая попытка определения такого круга ключевых слов для рассматриваемой ПрО.

12 Список ключевых слов

Объем статьи не позволяет дать полный список ключевых слов проектанта, тем более толкование всем ключевым словам. Безусловно, это задача толковых словарей. Поэтому, вновь, как и 25 лет тому назад, когда молодой кандидат наук, двигателю по образованию, оконувшись в ПрО самолетной кафедры, инициировал создание краткого словаря авиационных терминов [10], так и сегодня, накопившийся в различных ПрО материал проектной деятельности формирует потребность обобщения, которая в свою очередь порождает идею создания нового интеллектуального продукта. Причина такой потребности, в частности, у автора в естественном терминологическом обеспечении складывающегося научного направления - онтологии проектирования.

Информационные технологии, их результаты обрушили все существовавшие заградительные плотины между накопившимися практиками в создании различных артефактов. Теперь практически нет информационных границ между создателями космических аппаратов, автоматов Калашникова, коттеджей на Рублевке, бухгалтерских программ, газопроводов и атомных станций. При всей искусственной закрытости многих передовых технологий, наблюдается «перетекание», копирование и развитие научных и технических достижений. Ярких актуальных примеров предостаточно, особенно в области IT индустрии. Взять хотя бы такие конкурентные устройства как смартфоны или программное обеспечение в области CAD/CAM/CAE/PLM ведущих мировых брендов. Успешные практики в этой бурно развивающейся отрасли почти мгновенно становятся в поле зрения конкурентов и находят свое развитие уже в новых моделях устройств, новых версиях программ. Незначительно отстают в скорости обмена научными и технологическими достижениями такие материало- и ресурсоёмкие отрасли, как аэрокосмическая, автомобильная, судостроительная и ряд других.

Теперь во многом узким местом становится не скорость обмена данными, не пропускная скорость информационных каналов, а *скорость обмена знаниями*, которая предполагает «понимание» этих данных, этой передаваемой и собираемой информации. Причем *понимание* как людьми, так и машинами. Поэтому ренессанс онтологии в информационной сфере не дань моде или поклонение древним грекам, а насущная потребность в борьбе за лидерство в современных условиях.

Готовя набросок, черновик словника проектанта, отбирая его первый круг, автор не удержался и привел для некоторых ключевых слов определения. При этом искренне рассчитывает на участие читателей журнала в составлении будущего *«Толкового словаря проектанта»*. Присылайте в редакцию свои толкования терминов, предлагайте расширение (сужение) словника проектанта. Очень важно участие специалистов из разных ПрО, что позволит выработать интеграционные соглашения и вычленить предметное отличие терминологических описаний. *Приглашаю всех к участию!*

СЛОВАРЬ ПРОЕКТАНТА (проект словника)

Абсолют –

Автоматизация проектирования (АП) - применение вычислительных средств и методов, способствующих минимизации непосредственного участия проектировщика в самом процессе проектирования. Основная цель АП - повышение производительности и эффективности труда проектировщика, а также повышение качества проекта. Основные задачи АП: автоматизация поиска решений; замена наиболее трудоемких, рутинных проектных работ формальными операциями; совершенствование методов проектирования на основе математического моделирования. Предел АП - *автоматическое проектирование*.

Автоматизированное проектирование –

Автоматизированные системы –

Автоматическое проектирование – см. также *робот-проектант* и *роботизация проектной деятельности*.

Адекватность –

Агент –

Агрегат –

Алгоритм –

Алгоритмизация –

Артефакт – в широком смысле любой искусственно созданный объект или какое-либо явление, не существующее в природе в самородном виде.

База –

База данных (БД) – организованная совокупность данных с их описанием, предназначенная для обработки на ЭВМ при решении задач в *автоматизированных системах*.

База знаний (БЗ) – организованная совокупность знаний, обладающих внутренней структурой и связанных между собой системой различных отношений. БЗ является дальнейшим развитием БД. В БЗ содержится система знаний о проблемной области как части объективного мира со всеми взаимосвязями, которые существуют между ее элементами и динамикой их изменения.

Бытие –

Будущее –

Время – как философская категория, атрибут онтологии, реально влияет на параметры проектируемой системы, проектные решения и поэтому должно явно или опосредовано «присутствовать» в модели объекта проектирования, учитываться в сценарии.

Время онтологическое есть изменение, как единство исчезающего, пребывающего и появляющегося, единство прошлого, настоящего и будущего. Нет изменения – нет времени. Традиционное физическое время – это измеренное движение; психологическое время, напротив, индивидуально, субъективно, есть не что иное, как состояние души. Время не статично, оно движется и имеет направление. Настоящее время для конкретного единичного субъекта – уникальная эгоцентрическая темпоральная точка онтологической опоры, благодаря которой он владеет перспективой и ретроспективой видения окружающего его мира [40].

Временной принцип оптимизации – улучшение характеристик оптимизируемого объекта проектирования должно осуществляться только за счет изменения проектных переменных, так как для получения достоверного результата оптимизации важно выдержать условия, которые обеспечат отсутствие влияния на эти результаты других факторов кроме варьируемых параметров. В частности, при оптимизации объекта проектирования важно соблюсти неизменное совершенство свойств будущей конструкции (например, весовое, конструктивное, технологическое, термодинамическое, аэродинамическое), которое должно соответствовать тому периоду времени, на который планируется выпуск серийного изделия [29].

Временной принцип проектирования – проектирование объекта должно осуществляться на определенный временной интервал с учетом тех технологических, научно-технических достижений, которые ожидаются в этот период [29].

<i>Выбор</i> –	<i>Исследование</i> –
<i>Вычисления</i> –	<i>Калокагатия</i> –
<i>Вычислительные задачи</i> –	<i>Категория</i> –
<i>Вычислительные модели</i> –	<i>Категоризация</i> –
<i>Гармонизация</i> –	<i>Качество</i> –
<i>Геиштальт</i> –	<i>Класс</i> –
<i>Геиштальт-психология</i> –	<i>Классификация</i> –
<i>Глоссарий</i> –	<i>Композиция</i> –
<i>Данные</i> –	<i>Компромисс</i> –
<i>Декомпозиция</i> –	<i>Конвергенция</i> –
<i>Деформация</i> –	<i>Консенсус</i> –
<i>Дивергенция</i> –	<i>Конструирование</i> –
<i>Дисперсия</i> –	<i>Конструкция</i> –
<i>Диффузия</i> –	<i>Контекст</i> –
<i>Жизненный цикл</i> –	<i>Конфигурация</i> –
<i>Жизненный цикл информационной системы</i> –	<i>Концептуализация</i> –
<i>Жизненный цикл онтологии</i> –	<i>Концепция</i> –
<i>Жизненный цикл проекта</i> –	<i>Корреляция</i> –
<i>Задание</i> –	<i>Критерий</i> –
<i>Задание техническое</i> –	<i>Логика</i> –
<i>Задача</i> –	<i>Логистика</i> –
<i>Закон</i> –	<i>Математика</i> –
<i>Знание</i> –	<i>Метафизика</i> –
<i>Знак</i> –	<i>Метод</i> –
<i>Изолиния</i> –	<i>Методика</i> –
<i>Изотропия</i> –	<i>Методология</i> –
<i>Инверсия</i> –	<i>Модель</i> –
<i>Инженер</i> –	<i>Модель параметрическая</i> –
<i>Инновация</i> –	<i>Модель параметризованная</i> –
<i>Интуиция</i> –	<i>Моделирование</i> –
<i>Интеллект</i> –	<i>Модернизация</i> –
<i>Информация</i> –	<i>Модификация</i> –
<i>Инфраструктура</i> –	<i>Мозг</i> –
<i>Искусственный интеллект</i> –	<i>Мозговой штурм</i> –
<i>Искусство</i> –	<i>Монада</i> –
<i>Испытание</i> –	<i>Морфология</i> –
	<i>Мутагенез</i> –

Мутация –

Наука –

Неопределенность проектной информации – объективно присущая процессу проектирования неполнота, недостаточность, недоопределенность, неадекватность, а также частичная недостоверность исходной проектной информации. Неопределенность исходной проектной информации включает неопределенность цели, критериев оценки, условий реализации, математического описания, исходных данных и т. д. [29].

Обеспечение –

Объект проектирования –

Образец –

Ограничение –

Объект –

Ограничение проектное –

Онтология – учение о существе или о сущности, бытии, сути.

Онтология (в информатике) – это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Обычно такая схема состоит из структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила (теоремы, ограничения), принятые в этой области. Этот термин в информатике является производным от философского понятия «онтология». В области искусственного интеллекта онтологией называется эксплицитная (явная, открытая) спецификация концептуализации.

Онтология предприятия – это формализованное описание знаний о ПрО каждого отдельно взятого предприятия. Онтология описывает классы объектов (например, бизнес-ресурсы компании, проекты, задачи, заказы и планы) и их атрибуты, отношения и процессы [40].

Онтология проектирования – см. [1].

Онтологическая модель предприятия – целостная модель конкретного развивающегося предприятия, которая позволяет структурировано описывать его жизнедеятельность как единичного сущего и обеспечивать самоуправление, выживание и приспособительное поведение в среде существования в течение всего жизненного цикла [40].

Онтологический анализ – выявление в актуальной части реального мира дискретных составляющих – объектов, и связей между объектами. Затем выделяются объекты с совпадающей структурой свойств – классы объектов. Свойства объектов описываются как унарные отношения объектов (функции) и понимаются весьма широко: наименования, величины, операции, способности объекта вступать в определенные связи и др. [41]. Устойчивые связи между свойствами объектов, между классами объектов фиксируются как аксиомы. Онтологический анализ обычно начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, обнаруживаемых в рассматриваемой части реального мира (т.е. в определенной ПрО), а также создания системы точных определений этих терминов. Результатом этого анализа является онтология ПрО.

Онтологические паттерны – средство для описания, структурирования и артикуляции человеческого опыта. Онтологические паттерны являются специфически индивидуальным средством типологического схватывания бытия для каждого конкретного единичного субъекта жизнедеятельности. Они концептуально описывают в виде схемы законченный смысловой эпизод деятельности, ситуацию в ее существенных чертах и свойствах, относящуюся к конкретному социальному сущему.

Описание –

Параметр –

Оптимизация –

Параметры проектирования –

Опыт проектирования –

Паттерны проектирования –

Отбор естественный –

Переменная проектная –

Отбор искусственный –

План –

Отношения –

Планирование –

Парадигма –

Понятие –

Потребность –

Правила –

Предел –

Предмет –

Предметная область –

Предсказание –

Предприятие –

Принцип –

Принципы проектирования –

Принятие решения –

Проблема –

Прогноз –

Пространство – онтологические координаты онтологической модели, включающие глобальную географию и инфраструктурное пространство. Глобальная география – это типологическое структурирование физического пространства, на котором оперируют *субъекты*, в данном случае, проектирования, взаимодействуя со средой и *объектами*. Инфраструктурное пространство – это типологически организованная структура *среды проектирования*, обеспечивающая прозрачное и эффективное управление задачами, подразделениями и процессами. Инфраструктурное пространство является специфическим для конкретного предприятия и не может механически переноситься на деятельность другого [40].

Процесс –

Процесс проектирования –

Прототип –

Психология проектирования относится к прикладной психологии. Наиболее близкими к ней направлениями являются инженерная психология, когнитивная психология (ее новое направление – виртуальная психология) и акмеология, которая трактуется как наука о закономерностях и путях достижения максимального совершенства во всех видах индивидуальной деятельности человека. В проектировании всегда присутствуют *объекты* и *субъекты* проектирования. Субъект формулирует цель, определяет методы, средства и подбирает ресурсы для создания конкретного артефакта – объекта проектирования. Личностные характеристики (предпочтения, пристрастия, представления, понимание, опыт) формируют не только потребность и критерии оценки будущего *объекта проектирования*, но и определяют выбор исполнителей с их методами, подрядчиков с их комплектующими и даже потребителей, и рынок. Психология проектирования в отличие от инженерной и виртуальной психологии, моделируя творческую деятельность человека, изучает процесс формирования и трансформации потребностей в воображаемый виртуальный объект [30].

Разработка –

Ранг –

Ранжирование –

Расчет –

Революция –

Релевантность –

Ресурс –

Решение –

Робот –

Робот-проектант –

Роботизация проектной

деятельности –

Прогнозирование –

Программа –

Проект –

Проектант –

Проектные задачи –

Проектирование –

Проектирование внешнее –

Проектирование внутреннее –

Проектирование концептуальное –

Проектирование предварительное –

Проектирование рабочее –

Проекция –

Прототипирование –

Процесс –

Психология инженерная –

Самоорганизация –

Связь –

Синтез –

Система –

Система автоматизированного проектирования –

Система информационная –

Система «человек-машина» –

Системный анализ –

Системный подход –

Системотехника –

Семантика –

Семантическая сеть –
 Словарь –
 Смысл –
 Среда проектирования –
 Средства –
 Стадии разработки –
 Стандарт –
 Структура –
 Субъект проектирования –
 Суть –
 Сущность –
 Сценарий –
 Сценарии проектирования –
 Творец –
 Творчество –
 Тезаурус –
 Термин –
 Техника –
 Технология –
 Технология мультиагентная –
 Технология информационная –
 Технология проектирования –
 Тип –
 Типология –

Трансляция –
 Трансформация –
 Управление –
 Формализация –
 Фрейм –
 Функция –
 Функция цели (целевая) –
 Характеристика –
 Цель –
 Цель проектирования –
 Цикл –
 Цикл жизненный –
 Шаблон –
 Эволюция –
 Экземпляр –
 Эксперт –
 Экспертиза –
 Экспертная система –
 Элемент –
 Энтропия –
 Этика –
 Эталон –
 Этап проектирования –
 Язык –

Завершая проект словника термином *Язык*, целесообразно привести справедливые на взгляд автора утверждения проф. Черниговской Т.В. о том, что «нельзя делать выводы о структуре общего языкового кода на основе одного лишь английского языка, на материале которого было выполнено абсолютное большинство работ, по которым и выведены *универсалии*» [42]. Тем не менее, это не останавливает прагматичных американцев и европейцев, которые ищут средства на своем уже ставшим де факто универсальном языке⁷, добиваться однозначности в понимании друг друга всеми участниками какой-либо деятельности в различных отраслях. Наглядным примером служит созданный технический тезаурус компании Боинг, включающий в себя 37000 понятий, 19000 синонимов и 100000 связей [43].

Заключение

Начиная дискуссию о содержательном наполнении словаря проектанта, автор рассчитывает на активное участие в ней читателей, авторов и всех членов редакционной коллегии

⁷ Международным языком авиационно-космической промышленности является английский, который наиболее часто используемый для написания технической документации. Тем не менее, для многих пользователей такой документации он не является родным. Естественно, что знания английского языка таких пользователей ограничены из-за сложности структуры предложений, количества смыслов и синонимов, которые могут иметь английские слова. Еще в конце 1970-х, Ассоциация европейских авиакомпаний (АЕА) совместно с Ассоциациями аэрокосмической промышленности в Европе (АЕСМА) и Америке (АИА) исследовали «читаемость» эксплуатационной документации в гражданском авиастроении. Результатом совместных усилий стало АЕСМА Simplified English Guide (упрощенное английское руководство), предназначенное для помощи пользователям англоязычной документации в аэрокосмической отрасли. Фактически же это руководство и заложенные в нем принципы используются и в других отраслях (<http://www.asd-ste100.org/>).

журнала «Онтология проектирования». Исследования по упорядочению терминологии в различных ПрО, а особенно, в области «стыковых зон» научных знаний, где «перетекание» и обмен достижениями позволят добиваться значительного прогресса, носят не только научно-познавательный характер, но и представляют вполне прагматический интерес. Свидетельство тому - вышедшие международные стандарты, касающиеся терминологической унификации товаров и услуг, изделий и процессов и способствующие ускоренной трансляции и обмену данными, информацией и знаниями. Работа в этом междисциплинарном направлении будет успешной лишь при участии специалистов различных, «контактирующих» ПрО.

Список источников

- [1] *Боргест, Н.М.* Научный базис онтологии проектирования / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. - №1(7), 2013. - с.7-25.
- [2] *Пинкер Стивен.* Субстанция мышления: Язык как окно в человеческую природу. Пер. с англ. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. - 560 с.
- [3] *Виттих, В.А.* Платоновская диалектика как первооснова науки об управлении обществом / В.А. Виттих // Онтология проектирования. - №2(3), 2013. - с.8-11.
- [4] *Платон.* Диалоги: Сочинения платоновской школы / Пер. с древнегреч. С.Я. Шейнман-Топштейн; Вступ. ст. А.Ф. Лосева; Примеч. А.А. Тахо-Годи. - М.: Мир книги, Литература, 2007. - 496 с.
- [5] *Лосев, А.Ф.* История античной эстетики. Аристотель и поздняя классика. История античной эстетики, том IV - М.: "Искусство", 1975.
- [6] Интернет-версия издания: Новая философская энциклопедия: в 4 т. / Ин-т философии РАН; Нац. обществ.-науч. фонд; Предс. научно-ред. совета В.С. Степин. — М.: Мысль, 2000—2001. 2-е изд., испр. и допол. — М.: Мысль, 2010. — <http://iph.ras.ru/enc.htm>
- [7] *Аристотель.* Поэтика. Риторика. О душе / Пер. с древнегреч. В. Аппельрота, Н. Платоновой и П.Попова; Вступ. ст. и коммент. С.Трохачева. - М.: Мир книги, Литература, 2007. - 400 с.
- [8] *Сложеникина, Ю.В.* Основы терминологии: лингвистические аспекты теории термина. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. - 120 с.
- [9] <http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/60694/Флоренский>. - *Энциклопедический словарь. 2009.*
- [10] *Боргест, Н.М.* Краткий словарь авиационных терминов/Н.М. Боргест, А.И. Данилин, В.А. Комаров. - М.: Издательство МАИ. 1992. -224 с.
- [11] *Суперанская, А.В.* Общая терминология: Терминологическая деятельность/ А.В. Суперанская, Н.В. Подольская, Н.В. Васильева. Изд. 4-е. М.: Издательство ЛКИ, 2013. -288 с.
- [12] *Даль, В.* Толковый словарь живого великорусского языка. Т. 2. М., 1979. С. 635; Т. 3. С. 386.
- [13] *Ожегов, С. И.* Словарь русского языка. М., 1960. С. 428, 570.
- [14] *Яценко, Н. Е.* Толковый словарь обществоведческих терминов. СПб., 1999. С. 280, 330.
- [15] *Rzevski, G.* Seven Criteria of Complexity and Organisational Design / G. Rzevski // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XV международной конф. (25-28 б.уз, 2013 г., Самара, Россия). - Самара: СамНЦ РАН, 2013. - С. 3.
- [16] *Агафонов, А.Ю.* Бессознательные обертоны осознания / По обе стороны сознания. Экспериментальные исследования по когнитивной психологии. Под общ. ред. А.Ю. Агафонова. Самара, СамГУ, 2012. - 134 с.
- [17] *Смирнов С.В.* Среда моделирования для построения инженерных теорий / С.В. Смирнов // Известия Самарского научного центра РАН. - 1999. - №2. - С. 277-285.
- [18] *Зинченко, В.П.* Проблема объективного метода в психологии /В.П. Зинченко, М.К. Мамардашвили// Постнеклассическая психология. №1. 2004.
- [19] Рекомендации по основным принципам и методам стандартизации терминологии. РМГ 19-96. Дата введения 1998-07-01. Разработаны ВНИИКИ. Приняты Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 10 от 4 октября 1996 г.).
- [20] Рекомендации. Разработка стандартов на термины и определения. Р 50-603-1-89. Утв. и введены в действие Прик. ВНИИКИ Госстандарта СССР от 20 декабря 1989 г. № 169.
- [21] ГОСТ Р 51725.2-2001. Каталог продукции для федеральных государственных нужд. Термины и определения. М.: Стандартинформ. 2002.
- [22] ГОСТ Р ИСО/ТС 22745-1-2009 Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Открытые технические словари и их применение к основным данным. Часть 1. Общие сведения и основополагающие принципы. М.: Стандартинформ. 2011.

- [23] ГОСТ Р ИСО/ТС 22745-13-2009. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Открытые технические словари и их применение к каталогам. Часть 13. Идентификация концепций и терминологии. М.: Стандартинформ. 2011.
- [24] ГОСТ Р 55239—2012/ISO/TS 22745-35:2010. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Открытые технические словари и их применение к основным данным. Часть 35. Запрос на данные характеристик. М.: Стандартинформ. 2013.
- [25] ГОСТ Р ИСО/ТС 8000-1-2009 Качество информационных данных. Часть 1. Обзор. М.: Стандартинформ. 2010.
- [26] ГОСТ Р ИСО 8000-102-2011 Качество данных. Часть 102. Основные данные. Обмен данными характеристик. Словарь. М.: Стандартинформ. 2012.
- [27] **Райзберг, Б.А.** Современный экономический словарь /Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. 2-е изд. испр. - М.:ИНФРА - М, 1999. - 479 с. <http://www.vocable.ru/dictionary/88/word/proekt>
- [28] **Джонс, Дж. К.** Методы проектирования: пер.с англ. – 2-е изд., доп./ Дж.К. Джонс. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
- [29] **Боргест, Н.М.** Автоматизация предварительного проектирования самолета: Учебное пособие/ Н.М. Боргест. – Самара: Самар. авиац. ин-т. – 1992. – 92 с.
- [30] **Боргест, Н.М.** Онтология проектирования: теоретические основы. Часть 1. Понятия и принципы. Учеб. пособие. / Н.М. Боргест - Самара: Изд-во СГАУ, 2010. — 92 с.
- [31] **Вермишев, Ю.Х.** Основы автоматизации проектирования. М.: Радио и связь, 1986. 280 с.
- [32] **Норенков, И.П.** Основы теории и проектирования САПР/ И.П. Норенков, В.Б. Маничев. М.: Высш. шк, 1990. - 335с.
- [33] **Корячко, В. П.** Теоретические основы САПР/ В. П. Корячко, В. М. Курейгин, И.П. Норенков. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 400 с.
- [34] **Шейнин, В.М.** Весовое проектирование и эффективность пассажирских самолетов /В.М. Шейнин, В.И. Козловский. М.: Машиностроение, 1984. – 552 с.
- [35] **Быков, В. П.** Методическое обеспечение САПР в машиностроении. Л.: Машиностроение, 1989. 255 с.
- [36] **Дитрих, Я.** Проектирование и конструирование: системный подход. Пер. с польск./ Я. Дитрих – М.: Мир, 1981, - 456 с.
- [37] **Стинтон, Д.** Проектирование самолета. ВЦП КМ - 79528..79534. Киев, 1986.
- [38] Проектирование самолета / Под ред. С. М. Егера. М.: Машиностроение, 1983. 616 с.
- [39] **Комаров, В.А.** Точное проектирование/В.А. Комаров//Онтология проектирования. – №3(5), 2012. – с.8-23.
- [40] **Шведин, Б.Я.** Онтология предприятия: экспириентологический подход. Технология построения онтологической модели предприятия / Б.Я. Шведин. - М.: ЛЕНАНД, 2010. –240 с.
- [41] **Смирнов С.В.** Отологии как смысловые модели / С.В. Смирнов // Онтология проектирования. - 2013. - №2. - С. 12-19.
- [42] **Черниговская, Т.В.** Язык, мозг и компьютерная метафора/ Т.В. Черниговская//ЧЕЛОВЕК. - № 2, 2007. – с.63-75
- [43] **Hunter, A.** Engineering ontologies, in Knowledge Management, October 2001. <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/a.hunter/tradepress/eng.html>

Сведения об авторе



Боргест Николай Михайлович, 1954 г. рождения. Окончил Куйбышевский авиационный институт им. С.П. Королёва в 1978 г., к.т.н. (1985). Профессор кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета (национального исследовательского университета). Член Международной ассоциации по онтологиям и их приложениям (IAOA). В списке научных трудов более 100 работ в области автоматизации проектирования.

Nikolay Mikhailovich Borgest (b.1954) graduated from the Korolyov aerospace Institute (Kuibyshev-city) in 1978, PhD (1985). He is Professor at Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (Aircraft Design Department of SSAU). He is an International Association for Ontology and its Applications (IAOA) member. He is co-author of over 100 scientific articles and abstracts in the field of CAD and AI.

УДК 519.711.3

ОНТОЛОГИЯ ФИЗИКО-ФИЛОСОФСКИХ АСПЕКТОВ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ XXI ВЕКА

Ю.И. Нечаев

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики,
nechaev@mail.ifmo.ru*

Аннотация

Рассматривается формализованная модель комплексной онтологии современной теории катастроф на основе интеллектуальных технологий XXI века. Основное внимание обращается на реализацию физико-философских аспектов этой теории в рамках комплексной онтологии обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде. Разработанная модель онтологии учитывает расширение функциональных возможностей динамической модели катастроф при интерпретации сложных физических процессов с использованием интеллектуальных технологий. Указаны направления практических приложений онтологической системы знаний при реализации концепции представления и обработки информации в задачах контроля чрезвычайных ситуаций в сложной динамической среде. Статья представляет собой сокращенный вариант исследования, представленного автором на Международном Форуме «World Forum-2013» в США.

Ключевые слова: онтология, физико-философские аспекты, современная теория катастроф, интеллектуальная технология, высокопроизводительные вычисления, чрезвычайная ситуация, сложная динамическая среда.

Введение

Разработка научных основ современной теории катастроф потребовала создания модели нового знания о сложных процессах и явлениях, описываемых в рамках такой интерпретации [1–9]. Старый язык исследования оказался мало пригодным для формализации знаний в условиях неопределенности. Потребовались новые фундаментальные представления о динамике сложных систем. Наполненность мира всегда неоднозначна, что требует новых подходов к интерпретации сложных явлений. Поиск эффективных путей решения этой сложной проблемы привел к использованию всего доступного арсенала методов и моделей, основанных на интеллектуальных технологиях и высокопроизводительных вычислениях. Принципиальным достоинством применения методов теории катастроф в интеллектуальных системах (ИС) контроля чрезвычайных ситуаций является возможность их реализации в мультипроцессорной вычислительной среде [3]. Это обеспечивает высокую производительность обработки информации, что особенно важно при организации функционирования сложных систем в режиме реального времени. В отличие от традиционных вычислительных систем, методы теории катастроф открывают возможности интерпретации информации при формализации динамической базы знаний, обеспечивая при этом режим самонастройки вычислительной среды в зависимости от полученных решений.

Рассматриваемые в настоящей статье методы и модели теории катастроф базируются на интерпретации чрезвычайных ситуаций на основе интеграции знаний в рамках современной компьютерной математики. Идея написания статьи такого необычного содержания возникла

в Оксфорде (Великобритания) в связи с награждением автора орденом Выдающегося посла как международного эксперта по высокопроизводительным вычислениям и интеллектуальным системам. Автору было предложено совместить концептуальный базис современной теории катастроф с физико-философскими аспектами, связанными с реализацией динамической модели этой теории в практических приложениях при контроле чрезвычайных ситуаций. Поэтому основное внимание автор уделяет наиболее важным аспектам комплексной онтологии при интерпретации чрезвычайных ситуаций.

1 Концептуальная модель комплексной онтологии современной теории катастроф как теоретический базис разработки глобальных проблем мониторинга чрезвычайных ситуаций

Современная теория катастроф – это интерпретирующая теория, в рамках которой можно применять различные формализмы комплексной онтологии в зависимости от рассматриваемой проблемы. Исходным является понятие множества, позволяющее в рамках концепции пространства и времени определить основные понятия новой интерпретации теории катастроф. В общем виде онтология динамической модели катастрофы может быть представлена в виде отображения [3]:

$$(1) \quad Ont[Cat(D)] = \langle Ont[Cat(B)], Ont[Cat(E, DO)], Ont[Cat(F, DO)] \rangle,$$

где $Ont[Cat(B)]$ – онтология, описывающая бифуркационное множество, $Ont[Cat(E, DO)]$ – онтология множества, определяющего взаимодействие динамического объекта DO с внешней средой E ; $Ont[Cat(F, DO)]$ – онтология множества, определяющего особенности DO .

Компоненты модели (1) должны быть предварительно формализованы и изучены на базе математического и физического моделирования. При этом определяющую роль при интерпретации сложных физических явлений и процессов играют наблюдения и накопленный опыт. Проблема сложности реализуется в рамках *теории сложности*, требующей одновременного учета *структуры* модели и ее *адекватности* [3]. Чтобы избежать затруднений при построении онтологической системы выбора динамической модели в рамках отображения (1) используется принцип конкуренции:

$$(2) \quad Ont[Com(PR)] = \langle Ont(ST), Ont(FLM), Ont(ANN) \rangle,$$

где $Ont(ST)$ – онтология стандартной модели, описывающей ситуацию на основе достижений классической математики; $Ont(FLM)$ – онтология модели, реализованной в рамках нечеткого логического базиса; $Ont(ANN)$ – онтология, формализующая нейросетевую модель.

Фундаментальными знаниями, на базе которых формулируется парадигма современной теории катастроф, являются понятия пространства и времени. Взаимодействие динамического объекта с внешней средой в динамической модели катастроф реализуется в пространстве и времени, с помощью которых отображается эволюция сложной системы. В рамках такой интерпретации основное внимание обращается на принципиальные физико-философские аспекты, с помощью которых можно рассматривать формальный аппарат современной теории катастроф. Онтологическую систему знаний для анализа и синтеза динамической модели катастроф определяет формальная логическая система, базирующаяся на результатах измерений, математического и физического эксперимента и его интерпретациях при построении ИС контроля чрезвычайных ситуаций на основе достижений в области интеллектуальных технологий и высокопроизводительных вычислений.

На рисунке 1 представлена онтологическая система, формализующая динамическую модель современной теории катастроф. Здесь выделены аспекты онтологии, определяющие эволюцию системы и ее геометрическую интерпретацию.



Рисунок 1 – Онтологическая система, определяющая динамическую модель современной теории катастроф

2 Метаонтология современной теории катастроф при интерпретации эволюции сложной системы

Из числа возможных концептуальных метабазисов современной теории катастроф, соответствующих уровню метаонтологии «пространство–время» в рамках интерпретации процесса взаимодействия DO с внешней средой как эволюции высокоорганизованной материи, можно выделить [3, 4]:

$$(3) \quad Ont[META(t)]: Ont-A[W, V, DO], Ont-B[W, V, DO],$$

где $Ont-A[W, V, DO] = \{(W, V, DO) - \text{особенности, отношение, отображение}\}$;

$Ont-B[W, V, DO] = \{(W, V, DO) - \text{состояние, процесс, время}\}$,

W, V, DO – внешняя среда (пространство) и динамический объект.

Концептуальный метабазис $Ont-A[W, V, DO]$ называют естественным, так как он непосредственно связан с субъектно-предикатной моделью предложений естественного языка в структурированной базе знаний: эволюция системы при движении к целевому аттрактору и при потере устойчивости (возникновение катастрофы). Поэтому если принимается соответствие «множество есть объект» при формализации знаний динамической модели катастроф как эволюционного потенциала самоорганизующейся системы, то справедливо утверждение:

$$(4) \quad \forall C \in Ont-A[W, V, DO], [c] \text{ is-a } [ob].$$

Это означает, что элементы объема понятия «динамика взаимодействия» $Cat \in C(Ont-A[W, V, DO])$ отнесены в C -категорию «объект исследования», а обобщение задачи реализации на уровне W, V -моделей приводит к следующей метадиаграмме интерпретации чрезвычайных ситуаций методами современной теории катастроф (рисунок 2). Математическими модельными структурами $Ont-A[W, V, DO]$ являются структурные типы $g_0 = \langle A \rangle$ – множество, $g_1 = \langle AR \rangle$ – реляционная система, $g_2 = \langle AF \rangle$ – алгебра, $\langle AFR \rangle$ – алгебраическая система. Следовательно, на основании метадиаграммы элементы математических модельных структур, такие как множества A , отношения R и отображения F , являются объектами. Элементарными объектами являются только элементы множества A .

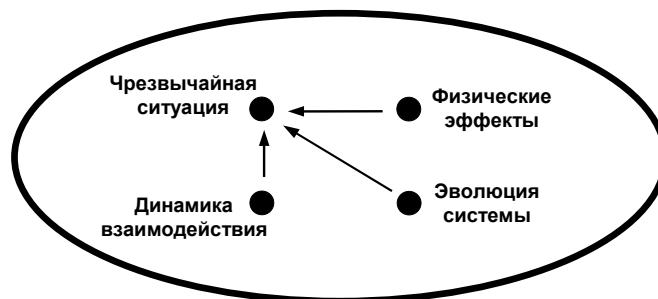


Рисунок 2 - Метадиаграмма, определяющая обобщение задачи реализации стратегии управления при перестройке динамической базы знаний интеллектуальной системы контроля чрезвычайных ситуаций

Элементы отношений R и отображений F имеют представление в элементах множества-носителя A (чрезвычайные ситуации). Таким образом, естественный метабазаис $Ont-A[W, V, DO]$ задает объектную метаонтологию, язык которой $L(Ont-A[W, V, DO])$ обладает логической моделью в форме заданной импликации. Концептуальный базаис $Ont-B[W, V, DO]$ называют «физическим», содержащим понятия «процесс», «состояние» и «время». Поэтому модельные структуры метабазаиса $Ont-B[W, V, DO]$ являются динамическими и онтология $Ont-B[W, V, DO]$ представляет собой информационную систему, ориентированную на моделирование процессов взаимодействия в чрезвычайных ситуациях для функции управления и принятия решений.

Особенностью математических модельных структур (онтологическая корректность) при формализации концептуальных решений эволюции сложной системы является представление элементов сигнатуры в элементах множества-носителя. Следовательно, центральным в построении математических динамических структур при реализации методов современной теории катастроф является вопрос о носителе, определяемом как пространство состояний, и модели процесса – как динамической системы. Причем переход из $Ont-A[W, V, DO]$ в $Ont-B[W, V, DO]$ приводит к понятию элементарного DO (исследуемая чрезвычайная ситуация), задаваемого в следующем виде: $DSt = DO = \{\text{объект, состояние, время}\}$, которое определяет событие с объектом как пару $DSt(ob) = \{\text{объект, состояние}\}$ [3, 4].

Таким образом, при переходе из $Ont-A[W, V, DO]$ в $Ont-B[W, V, DO]$ множество DSt , элементами которого являются элементарные динамические объекты, принимается в качестве носителя динамических модельных структур, определяющих взаимодействие в текущей чрезвычайной ситуации. Элементами сигнатуры динамических модельных структур при реализации компонент $Ont-A[W, V, DO]$ и $Ont-B[W, V, DO]$ являются процессы преобразования информации, которые так же, как и элементы сигнатур из онтологии, должны иметь представление в носителе. Следовательно, решению обобщенной задачи реализации динамической модели катастроф соответствует онтологическая модельная система метабазаиса $Ont-B[W, V, DO]$, метадиаграмма которой приведена на рисунке 3.

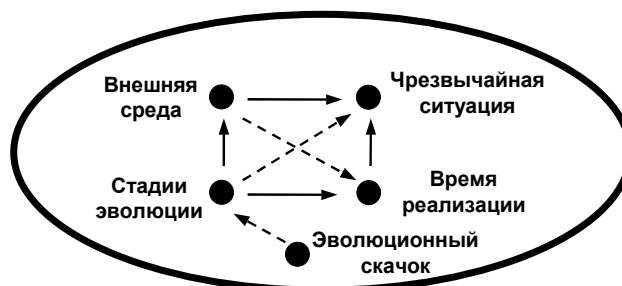


Рисунок 3 - Метадиаграмма как онтологическая модельная система

Пунктирные стрелки метадиаграммы на рисунке 3 задают представление процессов в носителе DSt и определяют модель процесса как значение символа в пространстве динамических объектов:

$$(5) \quad Int[\rightarrow] = \partial \Sigma^0(DSt); DSt_0[DSt_1[\rightarrow]DSt_2],$$

которое является математической моделью динамической системы, построенной в форме расширения алгебраической операции:

«соответствия на объектах» \rightarrow «соответствие в пространстве состояний».

Динамическая система $\partial \Sigma^0(DSt)$ в пространстве состояний объектов является элементарной модельной структурой системного структурного типа, которая может быть построена на основе алгебраической системы так, что логической моделью языка этого типа будет являться одна из форм логики действий [3].

3 Физико-философские аспекты проблемы интерпретации динамической модели катастроф

Важная роль в создании интеграционной теории катастроф на основе интеллектуальных технологий XXI века принадлежит физико-философским аспектам проблемы, формируемой на базе концептуальных решений пространства и времени (пространства «скрытых» знаний и пространства альтернатив) с учетом физических эффектов и тенденций, определяющих проблемы математического описания, «скачка» (катастрофы), интерпретации и принятия решений (рисунок 4).

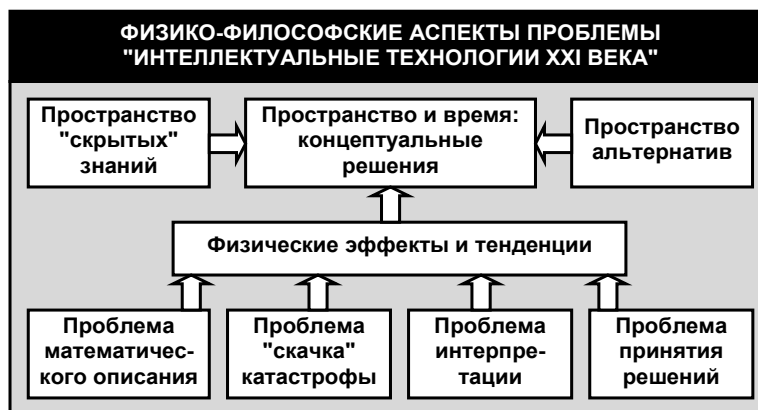


Рисунок 4 - Модель физико-философских аспектов преобразования информации при реализации современной теории катастроф

Проблемы и парадоксы всегда сопутствовали научному поиску и формированию научного знания. Интерпретация сложного взаимодействия во многих моделях катастроф [10] ведется в рамках гипотезы квазистационарности на основе фрактального анализа, энтропийного и вероятностного подходов [3, 5]. Введение гипотезы квазистационарности не является самоцелью, а стремлением сохранить достижения классической теории в рамках новой интерпретации [3]. В то же время такой подход порождает проблемы прерывности и дискретности в сложных физических явлениях, требующих теоретических обобщений механизма взаимодействия. Формирование структур, раскрывающих связи и закономерности, связано с физическим своеобразием и аналитическим упрощением исследуемых явлений. При этом фрактальный анализ усиливает роль геометрической компоненты динамической модели катастроф, а энтропийный подход обеспечивает аналитическое отображение текущей ситуации в условиях значительной неопределенности.

При разработке онтологической системы современной теории катастроф большое внимание уделено проблеме *неопределенности*. В задачах математического описания и критериального базиса нормирования динамических характеристик рассмотрены классификации неопределенностей и формализации математического описания [3]. По образному выражению Ландау «ввиду краткости нашей жизни мы не можем позволить себе роскошь заниматься вопросами, не обещающими новых результатов» [2]. Именно поэтому автор ограничился неопределенностями в рамках только одного класса, оставив эту проблему в других приложениях на рассмотрение новых поколений исследователей. Приходят новые ученики, навсегда уходят старые учителя. Однако научный мир развивается по своим законам и все повторяется сначала. Бурное развитие науки в наши дни, использование нетрадиционных методов вычислительной математики и формального анализа в рамках концепции *мягких вычислений* [9] вызывают неоднозначное отношение к этим направлениям развития вычислительной математики. В этих условиях не менее остро проявляется всевозрастающая трудность приспособления к новым идеям, когда способности специалистов критически осмысливать действительность опережают способности к конструктивным решениям.

В трудноформализуемых средах необходимо разработать физический механизм, соединяющий картину мира и абстрактный образ «скачка». Реализация этого механизма в современной теории катастроф осуществляется в рамках синергетической парадигмы [7] в виде адаптивной модели [3]. В процессе адаптации рассматривается онтология, описывающая два типичных сценария развития текущей ситуации динамики взаимодействия с помощью фрактальной геометрии:

$$(6) \quad \text{Ont}[Frac(S, t)] \rightarrow \text{Ont}[\Omega(Stab, t)], \text{Ont}[Frac(S, t)] \rightarrow \text{Ont}[\Omega(Cap, t)],$$

характеризующие устойчивое и неустойчивое состояния динамической системы – возникновение «скачка» в поведении системы за счет резкого изменения структуры внешнего возмущения. Первый сценарий соответствует случаю стабилизации ситуации в процессе движения DO к целевому аттрактору за счет управляющих воздействий, проводимых на основе рекомендаций, вырабатываемых ИС (стабильное состояние системы $\Omega(Stab, t)$), второй – потере устойчивости при малой эффективности управления (возникновение катастрофы $\Omega(Cap, t)$).

Идея «скачков» в современной теории катастроф реализуется во времени и пространстве. Изучая динамику чрезвычайных ситуаций, где господствуют «скачки», приходится создавать равноправные механизмы взаимодействия, но каждый исследователь отдает предпочтение только своей схеме. В результате возникает проблема, когда сравниваемые алгоритмы, построенные на разных математических языках, представляют ситуацию неопределенности, в которой слабо согласуется расчет и эксперимент. Это означает, что в рамках онтологической системы мы должны описывать явления природы на языке научного опыта с предельной и мудрой осмотрительностью, всегда помнить о диалектическом единстве несовместимых представлений. Никакими общими соображениями нельзя привести к согласию расходящиеся точки зрения на природу «скачка» и порождающих его внутренних механизмов. Проблема *иррациональности* подразумевает невыразимость с помощью обычной логики. Так уж устроен мир научного поиска, в котором с помощью онтологии выделяют цепочки событий (поиск новых форм):

$$(7) \quad \text{Ont}[Search(Q, N, F)] = \langle \text{Ont}(C), \text{Ont}(P), \text{Ont}(U), \text{Ont}(J) \rangle,$$

определяющие причинность C , случайность P , непрерывность U , «скачок» J .

При оценке риска, связанного с возникновением «скачка» осуществляется построение сценариев взаимодействия объекта с внешней средой. Анализ альтернатив при интерпретации текущей ситуации методами теории катастроф предусматривает рассмотрение текущего S^t , начального S^0 и конечного S^k состояний исследуемого объекта [6]. Начальное состояние

соответствует моменту реализации принятого решения (альтернативы), а конечное – состоянию, которое приобретает в результате управляющего воздействия. Указанные ситуации можно представить в виде онтологии состояний обобщенных векторов:

$$(8) \quad \text{Ont}[S^i] = \text{Ont}\{S_i^i\}, \text{Ont}[S^0] = \text{Ont}\{S_i^0\}, \text{Ont}[S^k] = \text{Ont}\{S_i^k\}, i = 1, \dots, n.$$

Каждое из этих состояний будет различно для ИС, образующих многоцелевую платформу обработки информации. Поэтому в общем виде для экстренных вычислений можно записать:

$$(9) \quad \text{Ont}[S_j^i] = \text{Ont}\{S_{ji}^i\}, \text{Ont}[S_j^0] = \text{Ont}\{S_{ji}^0\}, \text{Ont}[S_j^k] = \text{Ont}\{S_{ji}^k\}, j = 1, \dots, m, i = 1, \dots, n.$$

Функция управления ИС состоит в том, чтобы из множества целевых состояний (альтернатив) $\{S^i\}^m$ сформировать обобщенный вектор конечного состояния S^k в соответствии с некоторой коллективной стратегией F^k , описание которой в рамках комплексной онтологии имеет вид:

$$(10) \quad \text{Ont}[S_j^k] = \text{Ont}[F^k(\{S^i\}^m, S_j^k, j)]; l = 1, \dots, n, l \neq j,$$

где S_j^k - множество целевых состояний ИС.

Эти данные позволяют на заданном интервале времени $[t_0, t_k]$ определить искомое решение поставленной задачи. Анализ ведется в *реальном масштабе времени* с использованием методов математического моделирования. При этом подмножества разрешенных и запрещенных состояний исследуемого объекта определяются соотношениями

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} \{S^i\}_j^\alpha = F^\alpha(\{S^i\}, S_j^i, j); \{S^i\}^\alpha = \bigcup_{j=1}^m \{S^i\}_j^\alpha; \quad j = 1, \dots, m \\ \{S^i\}^\beta = \{S^i\} \setminus \{S^i\}^\alpha \end{array} \right\}.$$

Здесь $\{S^i\}^\square$ и $\{S^i\}_j^\square$ - подмножества запрещенных состояний для отдельных ИС; $\{S^i\}^\square$ - подмножество разрешенных состояний. Функция рассогласования, определяющая качество работы ИС при реализации коллективной стратегии, может быть построена на основе функции выбора. Однако во многих случаях можно ограничиться построением критерия в рамках нечеткого логического базиса и использования нечеткой модели риска [3].

Онтологическая система динамической модели катастроф позволяет формализовать критериальную функцию J , определяющую преобразование множества альтернатив X в множество возможных исходов Y , в виде отображения:

$$(12) \quad \text{Ont}(J): \text{Ont}(X) \rightarrow \text{Ont}(R),$$

где $\text{Ont}(R)$ – онтология, представляющая собой оценку исхода $\text{Ont}(Y)$.

В общем случае, когда целевой функционал оценивается не одним числом, а векторным отображением, используется многокритериальная модель принятия решений в виде:

$$(13) \quad J_i(x) \rightarrow \mathbf{max} (I = 1, \dots, n, X \subset R^n).$$

Основная цель такого исследования – выяснение физико-философских аспектов проблемы и построение концептуальных решений стратегической инициативы в виде динамической модели иерархической сети (рисунок 5), характеризующей фундаментальный результат интеграции достижений в области реализации перспективных направлений развития интеллектуальных технологий XXI века.

Иерархическая модель позволяет описывать систему на различных уровнях абстрагирования: детальности отражения элементов, свойств, характеристик. При декомпозиции модель онтологической системы представляется совокупностью моделей подуровней, связанных древовидным отношением:

$$(14) \quad \text{Ont}(M) = \langle \text{Ont}(M^i), \text{Ont}(R^T) \rangle,$$

где $Ont(M^{sl}) = Ont\{M^{sl}(S_i)\}$ – онтология модели подуровня (sublevel), порождаемого подсистемой S_i ; $Ont(R^T) \in Ont(M^{sl})$ – онтология, определяющая древовидное отношение.

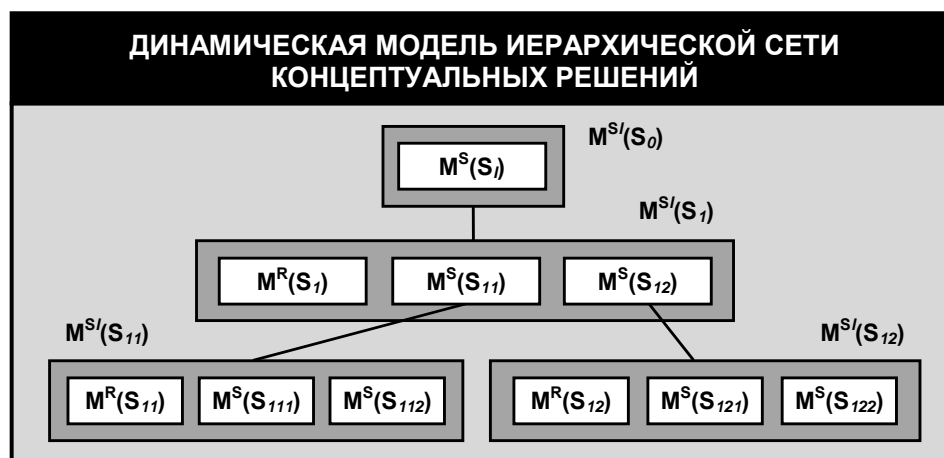


Рисунок 5 - Динамическая иерархическая сеть

Формирование уровней иерархии осуществляется с помощью стандартных оснований декомпозиции. На любом уровне иерархии с помощью онтологии выделяются подсистемы и взаимосвязи между ними. Формально онтологию, определяющую модель подсистемы можно описать следующим образом:

$$(15) \quad Ont[M^S(S_i)] = \langle Ont[C(S_i)], Ont\{V_j(S_i)\} \rangle,$$

где $Ont[C(S_i)]$ – онтология описания класса подсистемы S_i ; $Ont\{V_j(S_i)\}$ – онтология множества экземпляров (вариантов) подсистем S_i .

Заключение

В настоящей работе предложена формальная модель комплексной онтологии и базовые компоненты сложной системы знаний, описывающей структурно-функциональные составляющие поддержки принятия решений при оперативном мониторинге чрезвычайных ситуаций с помощью современной теории катастроф. Разработанная информационная модель может быть использована при формализации подхода, обеспечивающего контроль поведения сложных объектов на основе динамической модели катастроф.

Интеграция высокопроизводительных вычислительных средств с интеллектуальными технологиями открывают большие возможности создания моделей взаимодействия в ИС новых поколений. Человек и ИС составляют взаимодополняющий информационный комплекс, где высокоорганизованные алгоритмические операции получения новых знаний реализуются в рамках причинно-следственной схемы. Формирование целей и получение новой информации путем интеграции знаний осуществляются человеком с использованием опыта качественных этапов глобальной эволюции и успешного преодоления последующего фазового перехода к ноосфере и искусственному разуму [1].

Список источников

- [1] Вернадский, В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский – М.: Наука, 1991.- 270 с.
- [2] Данин, Д. Нильс Бор / Д. Данин - М.: Изд-во «Молодая гвардия», 1978. – 560 с.
- [3] Нечаев, Ю.И. Теория катастроф: современный подход при принятии решений / Ю.И. Нечаев – СПб.: Арт-Экспресс, 2011.

- [4] **Никольский, С.Н.** Матаонтологии и обобщенная задача реализации / С.Н. Никольский // Автоматизация и современные технологии. - 2006. - №9. - С. 24-29.
 - [5] **Пайтген, Х.-О.** Красота фракталов / Х.-О. Пайтген, П.Х. Рихтер. – М.: Мир, 1993. - 176 с.
 - [6] **Силич, В.А.** Метод объектного моделирования для проектирования сложных систем / В.А. Силич, М.П. Силич // Автоматизация и современные технологии. – 2003. - №4. - с. 14-21.
 - [7] Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов / Отв. редакторы В.И. Аршинов, В.Г. Буданов, В.Э. Войцехович. – М.: Прогресс – Традиция, 2000. – 536 с.
 - [8] **Thom, R.** Catastrophe theory: its present state and future perspectives / R. Thom, E.C. Zeeman // In Dynamical Systems Warwick, 1974. -: Berlin – Heidelberg – New York: Springer Verlag, 1975. – P. 366–389. (Lecture Notes in Mathematics. V. 468).
 - [9] **Zadeh, L.** Fuzzy logic, neural networks and soft computing / L. Zadeh // Communication on the ASM. -1994. - V. 37. - №3. - P. 77–84.
-

Сведения об авторе



Нечаев Юрий Иванович, заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник НИИ наукоемких компьютерных технологий Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, Международный эксперт в области высокопроизводительных вычислений и интеллектуальных систем.

Nechaev Yury Ivanovich, Academician of RANS, Russian Federation Science Honored Figure, the main scientific employee of scientific research Institute of the high technology computer technologies of the St.-Petersburg national research university information technologies, mechanics and optics. International expert in the field of high-performance computing and intelligence systems.

УДК 519.61

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ. МЕТОД ДЕТЕРМИНИЗАЦИИ

В.И. Левин*Пензенский государственный технологический университет
vilevin@mail.ru*

Аннотация

Рассмотрены существующие подходы к оптимизации систем (оптимальному проектированию) в условиях неопределенности. Дана точная постановка задачи условной оптимизации в случае интервальной неопределенности параметров целевой функции и ограничений. В связи с этим изложена математическая теория сравнения интервалов, включающая точное определение максимального и минимального интервалов. На ее основе сформулирован и обоснован метод детерминизации, позволяющий решить задачу путем сведения к двум полностью определенным задачам оптимизации того же типа.

Ключевые слова: оптимизация, неопределенность, оптимизация при интервальной неопределенности, метод детерминизации.

Введение

Задачи оптимизации имеют огромное прикладное значение: на их основе строятся методы оптимального проектирования разнообразных систем – технических, экономических, социальных и т.д., обеспечивающие достижение наилучшего, в определенном смысле, результата работы создаваемой системы. В связи с этим к настоящему времени уже создано огромное число методов решения задач оптимизации, как универсальных, рассчитанных на применение к задачам различных классов, так и специализированных, позволяющих эффективно решать лишь отдельные узкие классы задач [1–6]. Однако при всем различии существующих методов, они все обладают общим свойством – применимостью только к тем задачам оптимизации, в которых оптимизируемая функция известна точно (детерминирована). Между тем, встречающиеся на практике задачи оптимизации и оптимального проектирования таковы, что их оптимизируемые функции обычно известны не точно, а с той или иной степенью неопределенности (недетерминированы). Это вызвано тем, что:

- 1) реальным процессам свойственна естественная неопределенность;
- 2) параметры большинства систем из-за погрешности их вычислений или измерений известны неточно;
- 3) параметры многих систем изменяются во времени.

В связи с этим, возникает проблема оптимизации не полностью определенных (недетерминированных) функций. Данная проблема достаточно сложна, по сравнению с традиционной оптимизацией полностью определенных (детерминированных) функций, поскольку для нее дополнительно необходимо:

- 1) обобщить понятие экстремума функции;
- 2) выяснить условия существования экстремума функции, связанные с её недетерминированностью;
- 3) разработать специальные методы поиска экстремума таких функций.

Реально эта проблема еще сложнее, поскольку имеющаяся информация об оптимизируемой функции может быть не только не полностью определенной, но и неоднозначной, неточной, противоречивой и т.д. В такой ситуации некоторые авторы считают, что модели для описания

сложных систем могут быть смысловыми, носящими содержательно-описательный, словесный характер. Такой взгляд представляется не вполне логичным. Действительно, математика, как известно, строится как полностью определенная, однозначная, точная и непротиворечивая наука. Поэтому правильное применение математики к описанию сложных систем – неопределенных, неоднозначных, неточных противоречивых и т.д. – вполне может давать адекватные математические модели этих систем, лишенные неопределенности, неоднозначности, неточности и противоречивости. Для этого требуется всего лишь подобрать математический аппарат, который позволяет оперировать с неопределенностью и другими НЕ-свойствами исследуемой сложной системы так же точно и однозначно, как классическая математика оперирует с полностью определенными системами.

Есть различные подходы к нахождению оптимума не полностью определенных (недетерминированных) функций, различающиеся достоинствами и недостатками [7]. Первый подход – детерминированный – заключается в решении задачи оптимизации для определенных значений или сочетаний значений параметров оптимизируемой функции, взятых внутри заданных областей их неопределенности [7]. Так, можно взять наихудшее сочетание значений параметров внутри областей неопределенности (пессимистический подход) [7–10], их наилучшее сочетание (оптимистический подход) [11], центры областей неопределенности параметров (центральный подход) [12] и др. Основное достоинство подхода – простота интерпретации полученного решения, основной недостаток – слабо мотивированная ориентировка на какое-то одно значение (сочетание значений) параметров, которое на практике реализуется очень редко, что может обернуться неоправданной сложностью решения. Второй подход – вероятностный – состоит в решении задачи оптимизации для усредненных (ожидаемых, в смысле математического ожидания) значений параметров оптимизируемой функции или для таких значений параметров, которые обеспечивают достаточно высокую вероятность получения оптимума [13–16]. Этот подход предполагает задание вероятностных распределений указанных параметров внутри областей их неопределенности. Основное достоинство этого подхода – ориентировка получаемого решения хотя и на одно, но зато наиболее часто встречающееся (наиболее подходящее для получения оптимума) значение (сочетание значений) параметров функции, недостаток – необходимость знания вероятностных распределений параметров, что часто невозможно. Третий подход – нечеткий – идейно близок второму, но вместо вероятностных распределений параметров оптимизируемой не полностью определенной функции, являющихся объективными характеристиками, используются нечеткие распределения параметров, получаемые экспертным путем, т.е. субъективно [12].

В наших работах [17–24] был предложен и детально описан применительно к различным оптимизационным задачам детерминизационный подход к поиску оптимума не полностью определенных функций. Этот подход принципиально отличается от трех предыдущих тем, что оптимизация не полностью определенной функции проводится с учетом всего множества возможных значений недетерминированных параметров функции.

Указанный подход позволяет для любой функции, неопределенность которой заключается в том, что ее параметры известны нам лишь с точностью до интервалов возможных значений, свести нахождение оптимума такого типа функции к нахождению одноименных оптимумов двух полностью определенных функций. Таким образом, для нахождения оптимума не полностью определенных функций становится возможным применять многочисленные хорошо известные и эффективно работающие методы точного нахождения оптимума полностью определенных (детерминированных) функций. При этом собственно алгоритм нахождения оптимума не полностью определенной (недетерминированной) функции оказывается полностью определенным, однозначным, точным и непротиворечивым. Другой причиной выбора неопределенности именно интервального типа было то, что интервальные оценки неизвестных параметров систем наиболее просты и доступны для получения. В этом заключаются основные достоинства предложенного нами подхода к оптимизации не полностью определенных функций – мето-

да детерминизации. Разумеется, у нашего метода есть и другие достоинства, а также и недостатки. Они подробно рассмотрены в п. 6.

В настоящей работе детерминизационный подход к оптимизации не полностью определенных функций излагается и обосновывается в наиболее общем виде, не зависящем от особенностей оптимизируемых функций.

1 Постановка задачи

Будем рассматривать следующую ситуацию. Пусть, существует некоторая произвольная непрерывная функция n переменных

$$y = F(x_1, \dots, x_n), \quad (1)$$

причем все параметры (коэффициенты) ее явного представления известны точно и пусть она определена в области, определяемой системой ограничений

$$\Phi_i(x_1, \dots, x_n) \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Тогда относительно функции (1) можно сформулировать полностью определенную (детерминированную) задачу условной оптимизации

$$F(x_1, \dots, x_n) = \max, \quad \text{при } \Phi_i(x_1, \dots, x_n) \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Конечно, возможен и вариант задачи (3), где необходимо не максимизировать, а минимизировать функцию F . В современном математическом программировании есть множество методов эффективного решения задач (3), ориентирующихся на тип функций F и $\Phi_i, i = \overline{1, m}$.

Пусть теперь параметры $p_k, k = \overline{1, l}$ явного представления функции F известны не точно, а с точностью до интервалов возможных значений, т.е. имеют вид интервалов $\tilde{p}_k = [p_{k1}, p_{k2}]$. Далее, пусть аналогичным образом неточно заданы параметры q_s явного представления функций Φ_i в левых частях ограничений задачи, а также и параметры b_i в правых частях ограничений, т.е. $\tilde{q}_{si} = [q_{si1}, q_{si2}], s = \overline{1, t}, \tilde{b}_i = [b_{i1}, b_{i2}], i = \overline{1, m}$. Тогда функции F и $\Phi_i, i = \overline{1, m}$, также становятся интервальными (т.е. принимающими вид интервалов \tilde{F} и $\tilde{\Phi}_i, i = \overline{1, m}$), определяемыми с точностью до интервалов возможных значений, равно как и параметры $b_i, i = \overline{1, m}$ (т.е. принимающие вид интервалов $\tilde{b}_i, i = \overline{1, m}$). В итоге полностью определенная задача условной оптимизации (3) переходит в не полностью определенную – интервальную задачу

$$\tilde{F}(x_1, \dots, x_n) = \max, \quad \text{при } \tilde{\Phi}_i(x_1, \dots, x_n) \leq \tilde{b}_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Конечно, возможен вариант задачи (4), где требуется не максимизировать, а минимизировать функцию \tilde{F} . Необходимо разработать методику решения оптимизационной задачи (4).

2 Математика сравнения интервалов

Рассмотрим два интервала $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$. Попытаемся сравнить эти интервалы по величине, рассматривая их как интервальные числа. Первое, что приходит в голову, – сравнить интервалы \tilde{a} и \tilde{b} на основе отношений в отдельных парах вещественных чисел (a_i, b_j) , где $a_i \in \tilde{a}, b_j \in \tilde{b}$. Но такой подход сразу ведет к провалу, поскольку в общем случае, при произвольных интервалах \tilde{a} и \tilde{b} , одни пары чисел (a_i, b_j) будут находиться в отношении $a_i > b_j$, а другие – в противоположном отношении: $a_i < b_j$. Поэтому единственное, что остается, – реа-

лизовать сравнение интервалов на теоретико-множественном уровне, рассматривая их как целое, не подлежащее дроблению на части. Этот путь был реализован автором в 1990-е годы. Ниже приводится краткое изложение полученных результатов [25–28].

Итак, в соответствии с полученными только что выводами, операции взятия максимума \vee и минимума \wedge двух произвольных интервалов $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ введем в виде следующих теоретико-множественных конструкций

$$\tilde{a} \vee \tilde{b} = \{a \vee b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}, \quad \tilde{a} \wedge \tilde{b} = \{a \wedge b \mid a \in \tilde{a}, b \in \tilde{b}\}. \quad (5)$$

Взятие максимума (минимума) двух интервалов \tilde{a} и \tilde{b} определяется по формулам (5) как нахождение максимума (минимума) двух точечных величин a и b , при условии, что эти величины пробегают все возможные значения соответственно из интервалов \tilde{a} и \tilde{b} . Теперь для того чтобы интервалы \tilde{a} и \tilde{b} можно было сравнить по величине, установив отношение $\tilde{a} \geq \tilde{b}$ или $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, необходимо, во-первых, чтобы введенные операции \vee, \wedge над этими интервалами существовали, во-вторых, чтобы эти операции давали в результате один из операндов – \tilde{a} или \tilde{b} , и в-третьих, чтобы эти две операции были согласованы, в том смысле, что если большим (меньшим) является один из интервалов, то меньшим (большим) является другой из них. Сформулированное условие сравнимости двух интервалов по величине является, очевидно, не только необходимым, но и достаточным.

К счастью, нетрудно доказать, что условие согласованности операций \vee и \wedge над интервалами выполняется всегда, т.е. для любой пары интервалов (\tilde{a}, \tilde{b}) . Очевидно также, что всегда выполняется условие существования введенных операций вычисления максимума \vee и минимума \wedge двух интервалов \tilde{a}, \tilde{b} , причем результатом операции оказывается некоторый, вообще говоря, новый интервал, который может отличаться как от \tilde{a} , так и от \tilde{b} . Таким образом, необходимым и достаточным условием сравнимости интервалов \tilde{a} и \tilde{b} является условие, по которому операции $\tilde{a} \vee \tilde{b}$ и $\tilde{a} \wedge \tilde{b}$ должны иметь результатом один из интервалов – \tilde{a} или \tilde{b} . Последняя формулировка условия сравнимости интервалов открывает возможность получения его в конструктивной форме, пригодной для практического применения. Основной результат здесь формулируется следующим образом.

Теорема 1. Для того чтобы два интервала $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ были сравнимы по величине (отношению \geq) и находились в отношении $\tilde{a} \geq \tilde{b}$, необходимо и достаточно, чтобы границы этих интервалов подчинялись условиям

$$a_1 \geq b_1, \quad a_2 \geq b_2, \quad (6)$$

а для того чтобы они были сравнимы по величине (отношению \leq) и находились в отношении $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия

$$a_1 \leq b_1, \quad a_2 \leq b_2. \quad (7)$$

Эта теорема показывает, что интервалы \tilde{a} и \tilde{b} являются сравнимыми по отношению \geq или \leq (и находятся именно в этом отношении) только в том случае, когда в таком же отношении находятся их одноименные границы a_1, b_1 и a_2, b_2 . Иными словами, интервалы \tilde{a} и \tilde{b} находятся в отношении $\tilde{a} \geq \tilde{b}$ только тогда, когда \tilde{a} сдвинут обеими границами вправо относительно \tilde{b} и находятся в противоположном отношении $\tilde{a} \leq \tilde{b}$ только тогда, когда интервал \tilde{a} сдвинут обеими границами влево относительно \tilde{b} .

Значение теоремы 1 заключается в том, что она сводит сравнение двух интервалов и выбор большего (меньшего) из них к сравнению одноименных границ этих интервалов, являющихся вещественными числами. Так разрешается проблема сравнения интервалов.

Теорема 2. Для того чтобы два интервала $\tilde{a} = [a_1, a_2]$ и $\tilde{b} = [b_1, b_2]$ были не сравнимы по величине (по отношению \geq и \leq), т.е. не находились в отношении $\tilde{a} \geq \tilde{b}$ или $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия

$$(a_1 < b_1, a_2 > b_2) \quad \text{или} \quad (b_1 < a_1, b_2 > a_2). \quad (8)$$

Эта теорема показывает, что интервалы \tilde{a} и \tilde{b} не сравнимы по отношениям \geq и \leq только в том случае, когда один из них полностью «накрывает» другой. Значение теоремы 2 заключается в том, что она показывает существование определенных случаев несравнимости интервалов по отношениям \geq и \leq , в отличие от вещественных чисел, которые всегда сравнимы по указанным отношениям. Несравнимость некоторых интервалов есть естественный результат того, что интервальные числа, в отличие от обычных вещественных чисел, задаются не точно, а с неопределенностью (число принимает некоторое значение в заданном интервале, но не уточняется, какое именно это значение). На основании теорем 1, 2 можно доказать следующие положения.

Теорема 3. Для того чтобы в системе интервалов $\tilde{a}(1) = [a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2) = [a_1(2), a_2(2)]$, ... существовал максимальный интервал (который находится со всеми остальными интервалами в отношении \geq), необходимо и достаточно, чтобы границы этого интервала были расположены относительно одноименных границ всех остальных интервалов согласно условиям

$$\left. \begin{array}{l} a_1(1) \geq a_1(2), a_1(1) \geq a_1(3), \dots \\ a_2(1) \geq a_2(2), a_2(1) \geq a_2(3), \dots \end{array} \right\} \quad (9)$$

Конкретные условия (9) даны для случая, когда максимальным является интервал $\tilde{a}(1)$, что, очевидно, не ограничивает общности.

Теорема 4. Для того чтобы в системе интервалов $\tilde{a}(1) = [a_1(1), a_2(1)]$, $\tilde{a}(2) = [a_1(2), a_2(2)]$, ... существовал минимальный интервал (который находится со всеми остальными интервалами в отношении \leq), необходимо и достаточно, чтобы границы этого интервала были расположены относительно одноименных границ всех остальных интервалов согласно условиям

$$\left. \begin{array}{l} a_1(1) \leq a_1(2), a_1(1) \leq a_1(3), \dots \\ a_2(1) \leq a_2(2), a_2(1) \leq a_2(3), \dots \end{array} \right\} \quad (10)$$

Аналогично теореме 3 условия (10) записаны для случая, когда минимальным является интервал $\tilde{a}(1)$, что не ограничивает общности.

Теоремы 3 и 4 показывают, что интервал является максимальным (минимальным) в системе интервалов только в том случае, когда максимальны (минимальны) его нижняя граница – среди нижних границ всех интервалов – и верхняя граница – среди верхних границ всех интервалов.

3 Идея решения

В интервальной задаче (4) целевая функция $\tilde{F}(x_1, \dots, x_n)$, функции $\tilde{\Phi}_i(x_1, \dots, x_n)$, $i = \overline{1, n}$, в левых частях ограничений и параметры \tilde{b}_i , $i = \overline{1, m}$, в их правых частях являются интервальными и поэтому могут быть записаны в виде интервалов

$$\begin{aligned} \tilde{F}(x_1, \dots, x_n) &= [F_1(x_1, \dots, x_n), F_2(x_1, \dots, x_n)], \\ \tilde{\Phi}_i(x_1, \dots, x_n) &= [\Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n), \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n)], \quad i = \overline{1, m}, \\ \tilde{b}_i &= [b_{i1}, b_{i2}], \quad i = \overline{1, m}. \end{aligned} \quad (11)$$

После соответствующих замен сформулированную ранее задачу (4) можно переписать в явном интервальном виде

$$\begin{aligned} [F_1(x_1, \dots, x_n), F_2(x_1, \dots, x_n)] &= \max, \\ [\Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n), \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n)] &\leq [b_{i1}, b_{i2}], \quad i = \overline{1, m}, \end{aligned} \quad (12)$$

который поддается решению. Действительно, согласно теореме 3 интервальное уравнение в (12) можно записать в виде эквивалентной пары обычных (детерминированных) уравнений

$$F_1(x_1, \dots, x_n) = \max, \quad F_2(x_1, \dots, x_n) = \max. \quad (13)$$

Далее, согласно приведенному выше утверждению теоремы 1 систему интервальных неравенств в условии оптимизационной задачи (12) можно записать в виде эквивалентной системы обычных (детерминированных) неравенств

$$\Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n) \leq b_{i1}, \quad \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n) \leq b_{i2}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (14)$$

Соединяя пару уравнений оптимизации (13) с системой неравенств-ограничений (14) получим 2 детерминированные (полностью определенные) задачи условной оптимизации вида (3), при этом первую из новых задач назовем нижней граничной задачей исходной интервальной задачи (4), а вторую – ее верхней граничной задачей:

$$F_1(x_1, \dots, x_n) = \max, \quad \left. \begin{aligned} \Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i1}, \quad i = \overline{1, m}, \\ \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i2}, \quad i = \overline{1, m}, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

$$F_2(x_1, \dots, x_n) = \max, \quad \left. \begin{aligned} \Phi_{i1}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i1}, \quad i = \overline{1, m}, \\ \Phi_{i2}(x_1, \dots, x_n) &\leq b_{i2}, \quad i = \overline{1, m}. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Из выполненного нами построения следует, что пара детерминированных задач условной оптимизации (15), (16), рассматриваемых в совокупности, эквивалентна исходной интервальной задаче (4). Таким образом, для получения решения интервальной задачи (4) надо решить ее нижнюю (15) и верхнюю (16) граничные задачи. В общем случае решения нижней и верхней граничных задач имеют вид $\{M_H(x), F_{1,\max}\}$, $\{M_B(x), F_{2,\max}\}$, где $M_H(x)$, $M_B(x)$ – множества точек решений $x = (x_1, \dots, x_n)$ нижней и верхней граничной задачи, $F_{1,\max}$, $F_{2,\max}$ – максимальные значения целевых функций этих задач. Решение x^* , \tilde{F}_{\max} интервальной задачи (4) составляется из решений ее нижней и верхней граничных задач в виде

$$\{x^* \in M_H(x) \cap M_B(x), \tilde{F}_{\max} = [F_{1,\max}, F_{2,\max}]\}. \quad (17)$$

В качестве точки решения x^* в (17) берется любая точка из пересечения множеств точек решения нижней и верхней граничных задач, а в качестве максимального значения целевой функции \tilde{F}_{\max} – интервал от максимального значения целевой функции нижней граничной задачи $F_{1,\max}$ до максимального значения целевой функции верхней граничной задачи $F_{2,\max}$.

Из изложенного хорошо видно, что основное преимущество нашего подхода к решению интервальной задачи условной оптимизации заключается в возможности использования для этого традиционных, хорошо разработанных методов решения детерминированных задач условной оптимизации. Основанный на этом подходе метод решения интервальной задачи условной оптимизации естественно назвать методом детерминизации, поскольку он сводит решение недетерминированной задачи (4) к решению двух детерминированных задач (15) и (16).

4 Алгоритм решения

Для решения интервальной задачи условной оптимизации (4) методом детерминизации необходимо действовать по следующему алгоритму.

Шаг 1. Используя формулы интервальной математики, выражающие результаты элементарных преобразований интервалов [18]

$$\begin{aligned}
[a_1, a_2] + [b_1, b_2] &= [a_1 + b_1, a_2 + b_2]; \quad [a_1, a_2] - [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1]; \\
k[a_1, a_2] &= \begin{cases} [ka_1, ka_2], & k > 0, \\ [ka_2, ka_1], & k < 0; \end{cases} \quad [a_1, a_2] \cdot [b_1, b_2] = [\min_{i,j}(a_i \cdot b_j), \max_{i,j}(a_i \cdot b_j)]; \\
[a_1, a_2] / [b_1, b_2] &= [a_1, a_2] \cdot [1/b_2, 1/b_1],
\end{aligned} \quad (18)$$

представляем целевую функцию \tilde{F} и функции ограничений $\tilde{\Phi}_i$ задачи (4) в интервальной форме. Так же представляем параметры b_i в ограничениях. Полученные выражения имеют вид (11).

Шаг 2. Используя интервальные представления целевой функции, функции ограничений и параметров, полученные на шаге 1, формируем нижнюю (15) и верхнюю (16) граничные задачи интервальной задачи условной оптимизации (4).

Шаг 3. Используя подходящие методы решения детерминированных задач условной оптимизации, получаем решения нижней $\{M_n(x), F_{1,\max}\}$ и верхней $\{M_b(x), F_{2,\max}\}$ граничных задач. Здесь $M_n(x)$ – множество точек решения $x = (x_1, \dots, x_n)$ нижней граничной задачи, где ее целевая функция F_1 достигает максимума $F_{1,\max}$, а $M_b(x)$ – множество точек $x = (x_1, \dots, x_n)$ решения верхней граничной задачи, в которых целевая функция F_2 достигает максимума $F_{2,\max}$.

Шаг 4. Выбирая в качестве точки решения задачи (4) любую точку x^* из пересечения множеств $M_n(x)$ и $M_b(x)$ и беря в качестве нижней границы максимума \tilde{F}_{\max} интервальной целевой функции \tilde{F} задачи (4) максимум $F_{1,\max}$ целевой функции нижней граничной задачи, а в качестве верхней границы \tilde{F}_{\max} интервальной целевой функции \tilde{F} задачи (4) – максимум $F_{2,\max}$ целевой функции верхней граничной задачи, получаем все решение задачи (4) в виде (17).

Пример (интервальная задача о назначениях). Есть 3 работы и 3 исполнителя – кандидата на работы. Заданы издержки $\tilde{a}_{ij} = [a_{1,ij}, a_{2,ij}]$ выполнения j -й работы i -м исполнителем ($i, j = \overline{1,3}$), представляющие собой интервальные величины и составляющие интервальную матрицу издержек $\tilde{A} = \|\tilde{a}_{ij}\| = \|[a_{1,ij}, a_{2,ij}]\| = [A_1, A_2]$, где $A_1 = \|a_{1,ij}\|$ и $A_2 = \|a_{2,ij}\|$ есть нижняя и верхняя граничные матрицы издержек. Надо распределить работы так, чтобы каждый исполнитель был занят выполнением ровно одной работы, а суммарные издержки на все работы были минимальны.

Введем множество неизвестных булевых матриц назначений $X = \|x_{ij}\|$, $x_{ij} \in \{0,1\}$, где $x_{ij} = 1$, если i -й исполнитель выполняет j -ю работу, и $x_{ij} = 0$ в противном случае. Тогда имеем

$$\tilde{F}(x_{ij}) \equiv \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \tilde{a}_{ij} x_{ij} = \min, \quad \text{при } \Phi_1(x_{ij}) \equiv \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1,3}, \quad \Phi_2(x_{ij}) \equiv \sum_{j=1}^3 x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1,3}.$$

Эта задача представляет собой частный случай общей интервальной задачи (4). Поэтому для ее решения мы можем применить 4-шаговый алгоритм, описанный выше.

Шаг 1. С помощью формул (18) представляем целевую функцию \tilde{F} нашей оптимизационной задачи в интервальной форме

$$\tilde{F}(x_{ij}) \equiv \left[\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{1,ij} x_{ij}, \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{2,ij} x_{ij} \right].$$

Представлять в интервальной форме функции $\tilde{\Phi}_1(x_{ij})$, $\tilde{\Phi}_2(x_{ij})$ ограничений задачи, равно как и параметры в их правых частях не нужно, т.к. здесь нет интервальных параметров.

Шаг 2. Используя полученные на шаге 1 представления, формируем нижнюю F_1 и верхнюю F_2 граничные задачи решаемой интервальной задачи

$$F_1(x_{ij}) \equiv \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{1,ij} x_{ij} = \min, \quad \text{при } \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1,3}, \quad \sum_{j=1}^3 x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1,3},$$

$$F_2(x_{ij}) \equiv \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{2,ij} x_{ij} = \min, \quad \text{при } \sum_{i=1}^3 x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1,3}, \quad \sum_{j=1}^3 x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1,3},$$

Шаг 3. Решаем нижнюю и верхнюю граничные задачи интервальной задачи, полученные только что на шаге 2 алгоритма. Для определенности принимаем следующее конкретное значение интервальной матрицы издержек

$$\tilde{A} = [A_1, A_2], \quad \text{где } A_1 = \|a_{1,ij}\| = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{vmatrix}, \quad A_2 = \|a_{2,ij}\| = \begin{vmatrix} 2 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 4 \end{vmatrix}.$$

Имеется всего шесть различных значений матриц неизвестных $X = \|x_{ij}\|$, удовлетворяющих ограничениям решаемой задачи. Поэтому в данном случае решение легко находится перебором на множестве этих матриц. В результате получаем решение нижней граничной задачи в виде $\{M_n(x), F_{1,\min}\}$, где множество решений M_n

$$M_n(x) = \left\{ X_{1a} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad X_{1b} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}, \quad X_{1c} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad X_{1d} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} \right\},$$

а достигнутое минимальное значение целевой функции $F_{1,\min} = 5$. Далее, совершенно аналогично получаем решение верхней граничной задачи $\{M_b(x), F_{1,\min}\}$. Именно, множество решений

$$M_b(x) = \left\{ X_{2a} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}, \quad X_{2b} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} \right\},$$

а соответствующее достигнутое минимальное значение целевой функции верхней граничной задачи для исходной задачи составляет $F_{2,\min} = 9$.

Шаг 4. Находим пересечение множеств решений нижней граничной $M_n(x)$ и верхней граничной $M_b(x)$ задач. Оно состоит из одной матрицы назначений

$$X^* = X_{1b} = X_{2a} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix},$$

которая и есть решение всей задачи. Достигнутый на этом решении минимум заданной интервальной целевой функции составляет $\tilde{F}_{\min} = [F_{1,\min}, F_{2,\min}] = [5, 9]$.

Оптимальное решение поставленной задачи о назначении 3 исполнителей на 3 работы таково: 1-й исполнитель назначается на 1 работу, 2-й – на 3 работу, а 3-й – на 2 работу. При этом издержки оцениваются минимальным интервалом возможных значений, равным $[5, 9]$.

Другие примеры решения оптимизационных задач с интервальными параметрами с использованием изложенного алгоритма даны в [7–9, 15, 19].

5 Сравнение предлагаемого подхода с существующими

Как уже говорилось во введении, проблема оптимизации не полностью определенных функций, по сравнению с традиционной оптимизацией полностью определенных функций, требует дополнительно:

- 1) обобщения понятия экстремума функции;

2) выяснения условий существования экстремума функций, связанных с ее неполной определенностью;

3) разработки специальных методов поиска экстремума таких функций.

Именно по этой схеме разработан предлагаемый в статье детерминизационный подход к оптимизации. Конкретно, обобщение понятия экстремума функции на случай не полностью определенных (интервальных) функций дано в п. 2 (формулы (5)). Далее, условия существования (не существования) экстремума интервальной функции даны в теоремах 1–4 того же п. 2. И, наконец, специальный метод поиска экстремума интервальной функции разработан в п. 4. Необходимость проведения всей этой работы представляется очевидной. Действительно, оптимизация полностью определенных функций основана на сравнении вещественных чисел, с выделением большего и меньшего из них, причем на числовой оси большее число сдвинуто вправо относительно меньшего. Однако, для оптимизации не полностью определенных функций такой подход не работает, поскольку не полностью определенные числа (например, интервальные), в отличие от вещественных, в общем случае не находятся в отношении «сдвинуто вправо (влево) на вещественной оси» и потому не могут сравниваться непосредственно, с выделением большего и меньшего. Вследствие этого для таких функций и приходится обобщать понятие экстремума. Далее, неполнота информации, которой характеризуются не полностью определенные числа и функции, при достижении определенного уровня может привести к несравнимости таких чисел и невозможности выделить из них большее и меньшее и, как следствие, – к отсутствию экстремума таких функций. В связи с этим и возникает необходимость нахождения условий существования экстремума не полностью определенных функций. Наконец, вследствие иного, более общего, чем для полностью определенных функций, понятия экстремума не полностью определенной функции и возможности не существования этого экстремума, вызванной неполнотой информации, приходится разрабатывать специальные методы отыскания экстремума таких функций. Важно понимать, что невозможность в определенных случаях найти экстремум не полностью определенной функции с помощью предложенного в статье алгоритма не связана с качеством алгоритма, а является следствием объективной реальности, а именно, отсутствия экстремума вследствие недостатка информации о функции.

Охарактеризуем теперь другие существующие подходы к оптимизации не полностью определенных функций. Кратко об основных достоинствах и недостатках этих подходов уже говорилось во введении. Рассмотрим вопрос подробнее. Начнем с детерминированного подхода. При этом подходе исходная задача оптимизации не полностью определенной функции фактически заменяется другой задачей – оптимизации полностью определенной функции. При этом конструирование этой новой задачи путем выбора определенных значений параметров внутри областей неопределенности параметров функции исходной задачи производится на основе чисто эвристических соображений и не опирается ни на какие математически ясные обобщения понятия экстремума на случай не полностью определенных функций. Вследствие этого новая задача оказывается, как правило, математически неэквивалентной исходной задаче, а интерпретация ее решения в терминах исходной задачи – проблематичной. Кроме того, из-за сложности некоторых критериев оптимизации, используемых в новой задаче ($\max\min$, $\min\max$), трудоемкость алгоритмов поиска экстремума не полностью определенных функций при детерминированном подходе может оказаться высокой. Зато при этом подходе обычно не возникает проблемы выяснения условий существования экстремума функций, т.к. полностью определенные функции практически всегда имеют экстремум.

Теперь о вероятностном подходе. При первом варианте данного подхода исходная задача оптимизации не полностью определенной функции заменяется, как и в случае детерминированного подхода, другой задачей – оптимизации полностью определенной функции, которая теперь получается из исходной функции путем замены ее случайных параметров их математическими ожиданиями (центрами). Сразу ясно, что эта новая задача неэквивалентна исходной

задаче в еще большей степени, чем при детерминированном подходе. Поскольку она, не опираясь ни на какие обобщения понятия экстремума для не полностью определенных функций, не учитывает не только неопределенность возможных значений параметров указанной функции, но и случайный характер реализации конкретных значений параметров функции на практике. Во втором варианте вероятностного подхода исходная задача оптимизации не полностью определенной функции с интервальными параметрами заменяется задачей оптимизации не полностью определенной функции со случайными параметрами. Последние получаются из интервальных параметров исходной задачи принятием гипотезы о равномерном распределении значений параметров внутри своих интервалов. Принятие указанной гипотезы сразу упрощает выбор экстремального интервала. Так, для выбора большего из двух интервалов \tilde{a} и \tilde{b} достаточно лишь вычислить вероятности $P(\tilde{a} > \tilde{b})$ и $P(\tilde{b} > \tilde{a})$ и взять тот интервал, для которого вероятность превышения им второго интервала больше. Этот подход гарантирует существование решения, полученного с помощью гипотезы модельной задачи оптимизации функции со случайными параметрами. Но беда заключается в том, что модельная задача неэквивалентна исходной задаче оптимизации функции с интервальными параметрами, так как одно лишь задание неопределенности функции в форме интервалов возможных значений ее параметров не предполагает задания какой-то дополнительной информации, например, в виде вероятностных распределений внутри интервалов. Все, что ранее было сказано о вероятностном подходе, можно повторить для нечеткого подхода, с заменой термина «вероятностное распределение параметров не полностью определенной функции» термином «нечеткое распределение» параметров.

На практике для решения разнообразных задач оптимизации не полностью определенных функций, в зависимости от условий, могут применяться различные подходы. В общем случае рекомендуется начинать с детерминизационного подхода, поскольку он базируется на точном определении понятия максимума и минимума неопределенного числа (интервала), что упрощает интерпретацию полученного решения и делает его более прозрачным. Если детерминизационный подход не приводит к решению, вследствие недостаточной информации об оптимизируемой функции, целесообразно эту информацию пополнить путем сужения интервалов возможных значений параметров этой функции с помощью дополнительных измерений, наблюдений, привлечения более квалифицированных экспертов, после чего снова применить данный подход. Если и это не помогло получить решение, рекомендуется перейти к использованию остальных подходов. В первую очередь, целесообразно попытаться применить вероятностный подход, который достаточно прост в реализации. При этом надо иметь в виду, что используемые в этом подходе вероятностные распределения параметров оптимизируемой не полностью определенной функции должны быть известны с достаточной точностью, так как в противном случае найденное предположительно оптимальное значение функции может оказаться далеким от настоящего оптимума. Надо еще учитывать, что при вероятностном подходе получение оптимума функции вообще строго не гарантируется, а лишь «обещается» с определенной вероятностью, притом не обязательно близкой к единице, что не всегда приемлемо. Поэтому на практике часто применяют детерминированный подход к оптимизации не полностью определенных функций. Этот подход, в отличие от детерминизационного подхода, всегда обеспечивает существование оптимума не полностью определенной функции, и, в отличие от вероятностного подхода, гарантирует получение этого оптимума. К сожалению, при этом подходе, как уже говорилось ранее, вследствие преобразования исходной не полностью определенной функции в полностью определенную (детерминированную) новая задача оптимизации оказывается неэквивалентна исходной, а интерпретация ее решения в терминах исходной задачи проблематичной. Например, выбор минимального из двух интервалов $\tilde{a} = [4,5]$, $\tilde{b} = [3,15]$ с помощью детерминированного подхода по критерию оптимальности «ниж-

няя граница интервала минимальна» дает решение $\min(\tilde{a}, \tilde{b}) = \tilde{b} = [3, 15]$. Однако это решение невозможно интерпретировать практически, поскольку оно противоречит эвристическим представлениям о проблеме. Так, любой автомобилист уверенно предпочтет как более экономную машину с расходом топлива от 4 до 5 л на 100 км машине с расходом топлива от 3 до 15 л!

Заключение

В данной статье показано, что проблема оптимизации не полностью определенных функций достаточно просто разрешима, если указанную неопределенность задавать в интервальной форме и использовать при этом конструктивную теорию сравнения величин интервалов, сводящую это сравнение к сравнению одноименных границ интервалов. Тем самым задача нахождения оптимума не полностью определенной функции сводится к более простой задаче отыскания одноименного оптимума двух полностью определенных (детерминированных) функций. Наш подход (его естественно назвать детерминизацией) примечателен тем, что позволяет вполне строго свести оптимизацию не полностью определенных функций к хорошо известным и эффективным методам оптимизации полностью определенных функций.

Список источников

- [1] **Юдин, Д.Б.** Задачи и методы линейного программирования/Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольдштейн. – М.: Советское радио, 1964.
- [2] **Вентцель, Е.С.** Введение в исследование операций/Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1964.
- [3] **Уайлд, Д. Дж.** Методы поиска экстремума/Д. Дж. Уайлд. – М.: Наука, 1967.
- [4] **Корбут, А.А.** Дискретное программирование/ А.А. Корбут, Ю.Ю. Финкельштейн. – М.: Наука, 1969.
- [5] **Моисеев, Н.Н.** Методы оптимизации/ Н.Н. Моисеев, Ю.П. Иванчиков, Е.М. Столярова. – М.: Наука, 1978.
- [6] **Левин, В.И.** Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ/В.И. Левин. – М.: Наука, 1987.
- [7] **Первозванский, А.А.** Математические модели в управлении производством/А.А. Первозванский. – М.: Наука, 1975. – 616 с.
- [8] **Libura, M.** Integer Programming Problems with Inexact Objective Function/ M. Libura // Control and Cybernetics. – 1980. V. 9. – № 4. – P. 189–202.
- [9] **Тимохин, С.Г.** О задачах линейного программирования в условиях неточных данных/С.Г. Тимохин, А.В. Шапкин // Экономика и математические методы. – 1981. – Т. 17. № 5. – С. 955–963.
- [10] **Рощин, В.А.** Вопросы решения и исследования одного класса задач неточного целочисленного программирования/В.А. Рощин, Н.В. Семенова, И.В. Сергиенко// Кибернетика. – 1989. – № 2. – С. 42–46.
- [11] **Семенова, Н.В.** Решение одной задачи обобщенного целочисленного программирования/Н.В. Семенова// Кибернетика. – 1984. – № 5. – С. 25–31.
- [12] **Вошинин, А.П.** Оптимизация в условиях неопределенности/А.П. Вошинин, Г.Р. Сотиров. – М.: Изд-во МЭИ, 1989. – 224 с.
- [13] **Ащепков, Л.Т.** Универсальные решения интервальных задач оптимизации и управления/Л.Т. Ащепков, Д.В. Давыдов. – М.: Наука, 2006. – 285 с.
- [14] **Давыдов, Д.В.** Интервальные методы и модели принятия решений в экономике. Дисс. докт. экон. наук. Дальневосточный гос. ун-т. – Владивосток, 2009.
- [15] **Островский, Г.М.** Технические системы в условиях неопределенности. Анализ гибкости и оптимизация/ Г.М. Островский, Ю.М. Волин. – М.: Бином, 2008.
- [16] **Островский, Г.М.** Оптимизация технических систем/Г.М. Островский, Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева. – М.: Кнорус, 2012
- [17] **Левин, В.И.** Дискретная оптимизация в условиях интервальной неопределенности/В.И. Левин // Автоматика и телемеханика. – 1992. – № 7.
- [18] **Левин, В.И.** Булево линейное программирование с интервальными коэффициентами/В.И. Левин // Автоматика и телемеханика. – 1994. – № 7.
- [19] **Левин, В.И.** Интервальное дискретное программирование/В.И. Левин // Кибернетика и системный анализ. – 1994. – № 6.

- [20] **Левин, В.И.** Оптимизация расписаний в системах с неопределенными временами обработки. I, II /В.И. Левин // Автоматика и телемеханика. – 1995. – № 2, 3.
- [21] **Левин, В.И.** Задача трех станков с неопределенными временами обработки/В.И. Левин // Автоматика и телемеханика. – 1996. – № 1.
- [22] **Левин, В.И.** Интервальная модель общей задачи линейного программирования. I, II/В.И. Левин // Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. – 1998. Т. 3. – № 4; 1999. Т. 4. – № 1.
- [23] **Левин, В.И.** Нелинейная оптимизация в условиях интервальной неопределенности/В.И. Левин // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – № 2.
- [24] **Левин, В.И.** Антагонистические игры с интервальными параметрами/В.И. Левин // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – № 3.
- [25] **Левин, В.И.** О недетерминистской дискретной оптимизации/В.И. Левин // Принятие решений в условиях неопределенности. Сборник статей. – Уфа: Изд-во Уфимского авиационного ин-та, 1990.
- [26] **Левин, В.И.** Математическая теория сравнения интервальных величин и ее применение в задачах измерения/В.И. Левин // Измерительная техника. – 1998. – № 5.
- [27] **Левин, В.И.** Математическая теория сравнения интервальных величин и ее применение в задачах измерения, контроля и управления/В.И. Левин // Измерительная техника. – 1998. – № 9.
- [28] **Левин, В.И.** Интервальная математика и исследование систем в условиях неопределенности/В.И. Левин. – Пенза: Изд-во Пензенского технол. ин-та, 1998.

Сведения об авторе



Левин Виталий Ильич, 1936 г.р., окончил Каунасский политехнический ин-т (1959), Открытый университет Израиля (1993). Д.т.н. (1971), профессор (1982), PhD (2000), Full Professor (2003), зав. кафедрой математики (1975–2000), советник ректора по науке (2006–2011) Пензенского государственного технологического университета, профессор Московского ун-та им. С.Ю. Витте (с 2003). В списке научных трудов 3900 работ (в том числе 80 монографий и 90 сборников трудов под редакцией) по логике; математическому моделированию в технике, экономике, социологии, истории; принятию решений; теории надежности; теории автоматов; распознаванию; истории науки; проблемам образования и др. Действительный член МАИ, ЕАИ, МАНЭБ, АСН, заслуженный деятель науки России, лауреат международных премий «Соросовский профессор». Международный эксперт в областях: социология конфликта и рейтингование университетов.

Vitaly I. Levin (b. 1936) graduated from Kaunas Polytechnical Institute (1959), Open University of Israel (1993). D.Sc.Eng (1971), Professor (1982), PhD (2000), Full Professor (2003). Head of the Mathematics Department (1975–2000), Scientific counselor of rector (2006–2011) of Penza State Technological University, Professor of Moscow University named after S.Y. Vitte (since 2003). He is author of 3900 publications (among them 80 monographs) in logic; mathematical modeling of history, economics, sociology, engineering; reliability; automata; science history; education problems. The member of ИА, ЕАИ, ИАЕЛР, АСС, Honored Scientist of Russia, Laureate of the International Prizes «Soros Professor». International Reviewer in the fields of Sociology of Conflict and Universities Ranking.

УДК 004.85

ПАРАДИГМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЧАСТЬ 1. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.С. Клещев¹, М.Ю. Черняховская², Е.А. Шалфеева³

Институт автоматизации и процессов управления РАН

¹kleshev@iacp.dvo.ru, ²chernyah@iacp.dvo.ru, ³shalf@iacp.dvo.ru

Аннотация

Статья посвящена анализу организации повседневной интеллектуальной деятельности и процесса управления ее качеством, направленного на контроль принимаемых решений, на уточнение и расширение используемых знаний, на обучение новых специалистов с учетом обновляемых знаний. Представлены схемы автоматизации для поддержки принятия решений, управления качеством баз знаний, обучения принятию решений. Статья является первой из цикла статей, направленных на поиск путей преодоления проблем практического применения интеллектуальных программных систем. Для иллюстрации особенностей интеллектуальной деятельности и ее автоматизации в качестве типичной предметной области рассматривается медицина.

Ключевые слова: интеллектуальная деятельность, поддержка принятия решений, качество знаний, правильность знаний, точность знаний, оценка базы знаний, управление базами знаний.

Введение

Появление в 1970-х годах интеллектуальных систем, или систем, основанных на знаниях, породило большие надежды, связанные с их практическим применением. Однако за прошедшие 40 лет, несмотря на значительные успехи в области теории и технологии проектирования таких систем, они не получили заметного практического использования.

Цель настоящей работы – анализ причин сложившейся ситуации и поиск путей ее преодоления за счет изменения парадигмы автоматизации интеллектуальной деятельности.

Результаты этой работы излагаются в двух статьях. Настоящая статья является первой из них и посвящена анализу организации повседневной интеллектуальной деятельности и управления ее качеством, а также обсуждению возможностей автоматизации такой деятельности с использованием *онтологий* предметных областей.

1 Особенности интеллектуальной деятельности

1.1 Основные понятия

Под *интеллектуальной деятельностью* далее будет пониматься деятельность, состоящая в *принятии* взаимосвязанных *решений на основе знаний* по отношению к некоторым объектам действительности. Специфика принятия решений на основе знаний состоит в том, что алгоритмы такого принятия решений неизвестны; известны лишь алгоритмы «применения знаний» для принятия решений, при этом «качество» (правильность и точность) решений зависит от «качества» знаний.

От исполнителей интеллектуальных видов деятельности требуется обладание необходимыми знаниями (зачастую постоянно обновляемыми) и умение их применять. При этом, чем более правильными и обширными являются знания и чем более правильно они применяются, тем более качественным может быть результат, но тем более сложным является его получение.

На рисунке 1 показаны примеры принятия разных типов решений в процессе интеллектуальной деятельности: сбор информации, диагностика, ремонт, прогноз, и т.п.

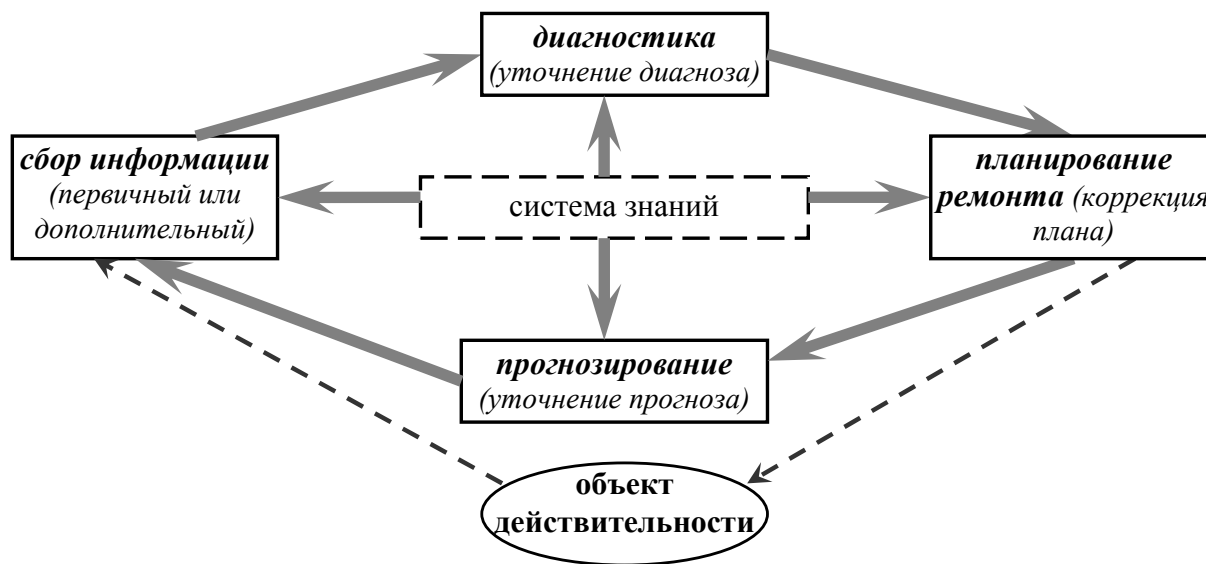


Рисунок 1 – Схема типичной интеллектуальной деятельности

Сплошными прямоугольниками на рисунке 1 показаны задачи принятия решений; пунктирным прямоугольником - необходимые знания; овалом – объект интеллектуальной деятельности; сплошными стрелками – передача информации; пунктиром - взаимодействие с объектом.

Для иллюстрации особенностей интеллектуальной деятельности далее будет рассматриваться медицина как типичный пример предметной области с весьма сложными и ответственными задачами принятия разных типов решений. Объектом деятельности в этой предметной области является пациент (рисунок 2). После решения о первичном сборе информации о нем врач принимает решения о его диагнозе, его лечении и прогнозе изменения состояния пациента в результате лечебных мероприятий. На основе этого прогноза планируется дальнейшее наблюдение за ним. Если результаты такого наблюдения не соответствуют прогнозу, принимаются решения о коррекции диагноза и/или плана лечения, что ведет к корректировке прогноза и т.д.

1.2 Качество интеллектуальной деятельности и управление им

Поскольку полезность интеллектуальной деятельности определяется ее качеством, то параллельно с повседневным выполнением интеллектуальной деятельности, должно осуществляться управление ее качеством.

Качество интеллектуальной деятельности определяется величиной риска ошибочных решений и характером ущерба от последствий таких ошибочных решений. Правильность решений определяется степенью надежности процесса применения знаний. Эта степень надежности зависит от нескольких факторов: *правильности знаний* (как часто знания приводят к правильным решениям при правильном их применении); *точности знаний* (как часто зна-

ния приводят к однозначным решениям при правильном их применении), *полноты индивидуальных знаний* (насколько часто лица, принимающие решения, владеют знаниями, необходимыми для принятия конкретных решений); *правильности применения знаний* (насколько часто правильные знания приводят к правильным решениям); *точности применения знаний* (насколько часто точные знания приводят к однозначным решениям). Стоит отметить, что хотя индивидуальная степень надежности применения знаний определяется систематическими и случайными ошибками, однако вне зависимости от индивидуумов *качество интеллектуальной деятельности* в значительной степени зависит от качества используемых знаний. Поэтому *процесс управления качеством* интеллектуальной деятельности состоит, прежде всего, в повышении *качества (правильности и точности) знаний*, используемых специалистами.

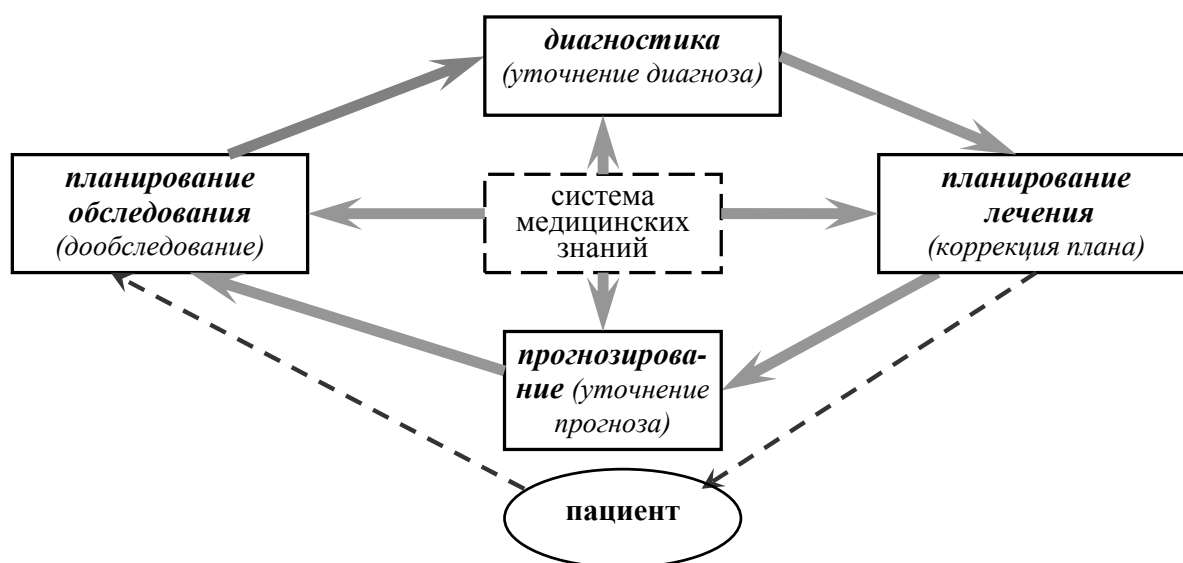


Рисунок 2 – Схема интеллектуальной деятельности в медицине

Для оценки текущего уровня качества интеллектуальной деятельности и управления этим качеством обычно используются различного рода отчеты о результатах деятельности, включающие информацию о решениях, принимаемых специалистами в процессе своей деятельности, и верифицированные заключения. На рисунке 3 показано использование результатов работы специалистов для *управления качеством*. Результаты их деятельности в виде отчетов (или других документов) могут быть использованы ответственными лицами (группой экспертов высокой квалификации) для выявления неверных или несовершенных знаний.

Если в процесс производства некоторой продукции или услуг входит интеллектуальная деятельность, и потребитель этой продукции или услуг платит за них, то такая интеллектуальная деятельность связана с получением прибыли. В этом случае прибыль является интегральной мерой эффективности процесса производства, в том числе и интеллектуальной деятельности, как его составной части. Такой процесс производства происходит в конкурентной среде, т.е. входит в сферу бизнеса, а задачи повышения прибыли решаются теми бизнес-организациями, которые организуют этот процесс производства. Примером является платная медицина.

Если же потребитель не платит за результаты процесса производства, в который входит интеллектуальная деятельность, то такая интеллектуальная деятельность не связана с получением прибыли. В этом случае, как правило, этот процесс производства организуется в *отрасль, финансируемую государством*. Примером является государственная (бесплатная) ме-

дицина. Государство организует текущую деятельность такой отрасли и управление ее качеством. Государство также несет ответственность перед населением за качество производимых такой отраслью продукции и услуг. Далее будет рассматриваться только интеллектуальная деятельность, которая не связана с получением прибыли, и отрасль, финансируемая государством.

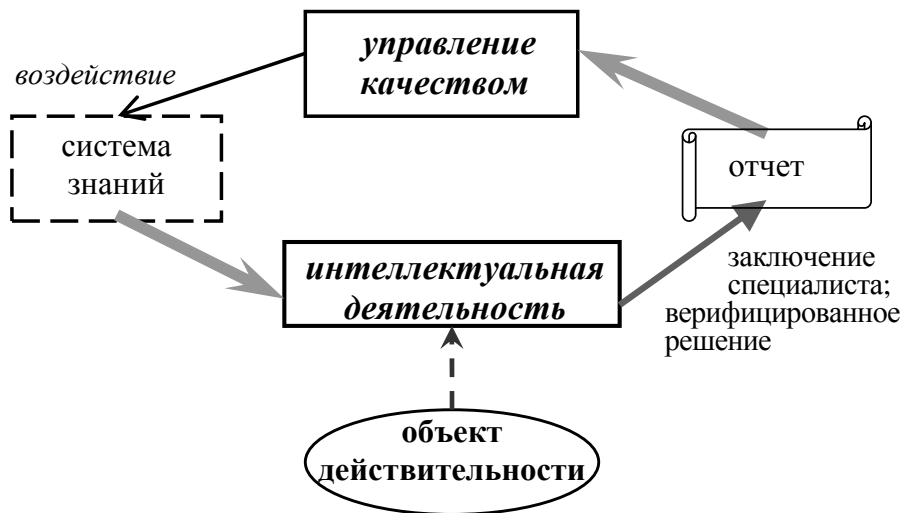


Рисунок 3 – Схема управления качеством интеллектуальной деятельности

Дальнейший материал статьи структурирован следующим образом. Поскольку автоматизация любой деятельности должна встраиваться в ее существующую структуру, в разделе 2 анализируется типичная организация повседневной интеллектуальной деятельности и управления ею, а в третьем разделе обсуждаются возможности существующих инструментов для автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности: поддержки повседневной деятельности и поддержки процесса управления ее качеством.

2 Организация интеллектуальной деятельности и управления ею

2.1 Организационная структура интеллектуальной деятельности

Интеллектуальная деятельность сосредоточена в первичном звене, где каждый специалист решает всю совокупность задач принятия решений, (соответствующую профилю¹ этого звена) относительно объектов, порученных этому специалисту. В медицине примером первичного звена может служить отделение больницы.

Основное звено объединяет несколько первичных звеньев разного профиля и решает все задачи принятия решений, соответствующие профилю этого основного звена, относительно объектов, находящихся в зоне ответственности этого основного звена. Основное звено включает специализированное первичное звено, которое распределяет все объекты, по отношению к которым должна выполняться интеллектуальная деятельность, по его первичным звеньям. В медицине примером основного звена может служить больница, а специализированного первичного звена в нем – приемное отделение.

Основное звено широкого профиля решает все задачи отрасли относительно объектов, находящихся в зоне ответственности этого основного звена. Для этого оно включает набор

¹ Профилем здесь считаем раздел в предметной области, например, в медицине – офтальмология, урология и т.д.

первичных звеньев всех профилей. В медицине примером основного звена может служить больница широкого профиля. В звеньях широкого профиля решаются задачи любой степени сложности (от простых, типичных, до сложных).

Узкоспециализированное высокотехнологичное основное звено имеет более узкий профиль, чем основное звено широкого профиля, но более широкую зону ответственности. Как правило, узкоспециализированное высокотехнологичное звено имеет более квалифицированных специалистов, чем основное звено широкого профиля, имеет более высокотехнологичное оборудование и предназначено для решения наиболее трудных задач интеллектуальной деятельности. В медицине примером узкоспециализированного высокотехнологичного звена может служить специализированное НИИ с клиникой и специализированный медицинский центр.

Интеллектуальная деятельность в отрасли выполняется на основе общих знаний – все первичные звенья одного и того же профиля (как основных звеньев «широкого профиля», так и узкоспециализированных высокотехнологичных основных звеньев) должны использовать при принятии решений одни и те же современные знания. Интеллектуальная деятельность и решаемые в ней задачи имеют типовой для отрасли характер – характер деятельности всех первичных звеньев в отрасли и решаемые ими задачи различаются лишь профилем первичного звена и зоной ответственности основного звена.

Таким образом, организация отрасли обычно включает два уровня: первичные звенья и основные звенья, возможно, распределенные по территории.

2.2 Управление интеллектуальной деятельностью

Естественным *критерием качества* интеллектуальной деятельности в отрасли является доля правильных решений во всей отрасли за определенный отрезок времени. Этот же критерий может относиться и к основным, и к первичным звеньям отрасли, и к отдельным специалистам. Целью управления интеллектуальной деятельностью в отрасли является повышение этого показателя, т.е. снижение процента ошибок. Для этого государство предписывает выполнение ряда мероприятий во всех звеньях отрасли, в том числе и таких, которые обеспечивают использование знаний возможно более высокого качества (на основе которых возможно принимать наиболее точные решения) при решении задач интеллектуальной деятельности в отрасли. Эти мероприятия можно разделить на управление текущей деятельностью, контроль качества текущей деятельности, управление знаниями и доведение современных знаний до исполнителей.

Управление текущей деятельностью осуществляется территориальными органами управления, а также руководством основных и первичных ее звеньев. Среди прочего, важными мероприятиями управления текущей деятельностью, направленными на повышение ее качества, являются организация консультаций ведущих специалистов, либо мозговых штурмов (консилиумов) с участием всех имеющихся специалистов по решению задач интеллектуальной деятельности, вызвавших определенные трудности, а также передача наиболее трудных задач из звеньев широкого профиля в высокотехнологичные специализированные звенья.

Контроль качества текущей деятельности осуществляется центральными органами управления отраслью, а также территориальными органами управления и руководством основных и первичных звеньев. Основными мероприятиями контроля являются ведение первичной документации (описаний решения каждой задачи интеллектуальной деятельности для каждого объекта), а также отчеты в вышестоящие органы управления. Контроль принимаемых решений направлен на выявление случаев неверных решений. Подразумевается, что неправильные решения редки, а трудозатраты на поиск и анализ причин таких решений оправданы.

Деятельность, связанная с управлением знаниями (расширением, уточнением, совершенствованием знаний) относится к области отраслевой науки и выполняется научными организациями отрасли, которые могут быть одновременно и специализированными высокотехнологичными основными звеньями, отраслевыми высшими учебными заведениями, а также отдельными специалистами основных звеньев.

Доведение современных знаний до исполнителей интеллектуальной деятельности осуществляется различными организациями. Отраслевые высшие учебные заведения осуществляют базовую подготовку специалистов отрасли. Кроме того, специалисты отраслевых научных учреждений и высокотехнологичных специализированных основных звеньев осуществляют повышение квалификации специалистов отрасли. Определенную работу в этом направлении ведут и отраслевые территориальные профессиональные сообщества. Центральные органы управления отраслью организуют формирование отраслевых стандартов по решению задач интеллектуальной деятельности в отрасли. Кроме того, ведущие ученые и специалисты отрасли подготавливают монографии и руководства по решению задач интеллектуальной деятельности.

Таким образом, управленческие меры направлены на *уточнение знаний* (по мере выявления в них неточностей), на *контроль принимаемых решений* (выявление случаев неверных решений, чтобы разобраться в их причинах), на *расширение знаний* (обязательное внедрение новых апробированных научных достижений) и на *обучение* специалистов с учетом обновляемых знаний.

Вместе с тем современные системы управления качеством интеллектуальной деятельности в отраслях, основанные преимущественно на «бумажных» технологиях обработки информации, сталкиваются с целым рядом проблем. Исполнители интеллектуальной деятельности обладают различными «человеческими» особенностями, некоторые из которых могут негативно влиять на качество их решений. Консультации ведущих специалистов проводятся выборочно, и даже для тех задач, где они необходимы, оказываются не всегда возможными. Кроме того, их полезность зависит от уровня компетентности консультанта. Мозговые штурмы (консилиумы) не всегда анализируют все возможные решения задач интеллектуальной деятельности. Поиск необходимой информации в первичных «бумажных» документах, как правило, затруднен. Статистические отчеты позволяют оценить лишь уровень качества интеллектуальной деятельности, но не позволяют его улучшить. Знания, которые студенты получают в отраслевых высших учебных заведениях, часто далеки от современных знаний, используемых в специализированных высокотехнологичных основных звеньях. Традиции и средства обучения на современном этапе позволяют осуществлять лишь выборочный контроль знаний выпускаемых специалистов, что не гарантирует усвоение всего требуемого объема знаний выпускниками вузов. Новейшие достижения, необходимые для решения задач интеллектуальной деятельности, часто слишком долго доходят до исполнителей этой деятельности. Еще более трудный вопрос – в какой мере специалисты пользуются этими достижениями в своей повседневной работе? Наконец, проблема, которая не может быть решена при использовании «ручных» и «бумажных» технологий – это проблема правильности применения знаний при решении задач интеллектуальной деятельности: алгоритм применения знаний слишком сложен, поэтому обычно знания применяются неточно, приблизительно.

3 Инструменты и технологии автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности

Одним из средств повышения качества профессиональной деятельности, в том числе и интеллектуальной, является ее автоматизация с помощью компьютеров. К настоящему вре-

мени создан целый ряд инструментов и технологий, которые могут использоваться (и, во многих случаях используются) для разработки систем автоматизации различных видов деятельности: СУБД, локальные сети, технология облачных вычислений, системы программирования (CASE, IDE), средства создания корпоративных систем.

Целью автоматизации интеллектуальной деятельности является повышение качества принятия ответственных решений за счет информационной поддержки этого процесса. Достижение этой цели связано, во-первых, с *поддержкой повседневной деятельности* сотрудников, встраиваемой в организационную структуру учреждения/предприятия или даже отрасли, во-вторых, с *поддержкой процесса управления качеством* этой деятельности. Эта поддержка может состоять в автоматической выработке рекомендаций (в том числе возможных альтернативных решений) интеллектуальными системами на основе баз знаний для исполнителя и в построении понятных специалистам объяснений таких рекомендаций. Диалог со специалистами должен происходить в терминах их предметной области. Обеспечить проектирование такого пользовательского интерфейса можно только на основе *онтологии предметной области*. Автоматизация деятельности имеет следующее ограничение – организационная структура не может перестраиваться под автоматизацию, поэтому автоматизация должна встраиваться в организационную структуру и поддерживать ее.

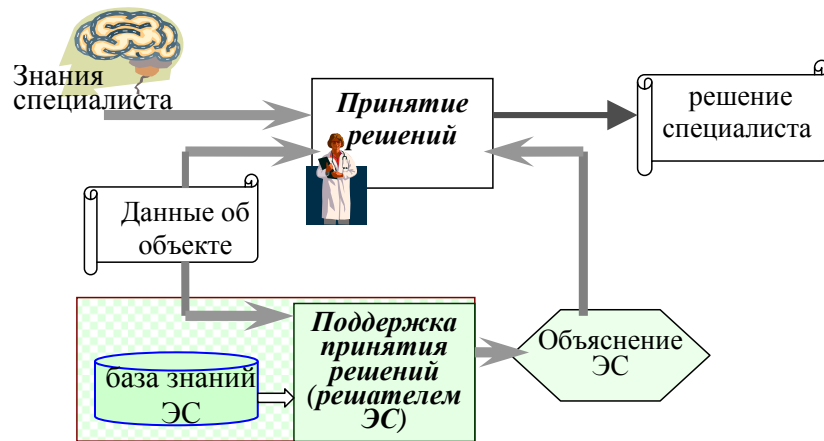
3.1 Поддержка повседневной деятельности

Для автоматизации интеллектуальной деятельности разрабатываются экспертные системы (ЭС), которые предназначены для решения задач интеллектуальной деятельности некоторых классов на основе баз знаний, как правило, сформированных экспертами [1-2]. Недавно в интернет-источниках появилась информация о начале опытно-конструкторских работ по разработке второй очереди медицинской информационной системы и внедрении экспертных систем (в рамках концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения - ЕГИСЗ) [3].

Результатом работы экспертной системы является *объяснение*, которое содержит информацию о соответствии гипотез о вариантах решения задачи – информации об объекте (входным данным) и базе знаний. Например, в медицине важно объяснение того, какие гипотезы-диагнозы [4] могут быть отвергнуты, а какие гипотезы могут быть приняты для конкретной истории болезни с учетом базы знаний о медицинской диагностике. С помощью экспертных систем осуществляется *поддержка принятия решений*, что означает принятие специалистом решения с учетом объяснения ЭС.

На рисунке 4 показано, что специалист (например, врач), принимая решение (например, ставя диагноз) на основании данных об объекте (например, истории болезни пациента), руководствуется своими знаниями, но получает возможность учесть формируемое ЭС объяснение (анализ возможных гипотез о диагнозе для этого пациента).

Объяснение ЭС до определенной степени может рассматриваться как аналог консультации. И в том, и в другом случае проводится независимый анализ входных данных на соответствие их тем или иным гипотезам о решении задачи в свете знаний (консультанта или экспертной системы). При этом ЭС всегда применяет базу знаний правильно (правильно использует правильный алгоритм решения задачи) и может провести полный анализ любого множества гипотез, чего нельзя требовать от консультации. Однако результаты анализа и консультанта, и ЭС в значительной степени зависят от качества применяемых в этом анализе знаний. Если база знаний имеет высокое качество, ЭС позволяет снизить долю ошибок специалистов из-за неправильного применения знаний.



Обозначения здесь и далее:

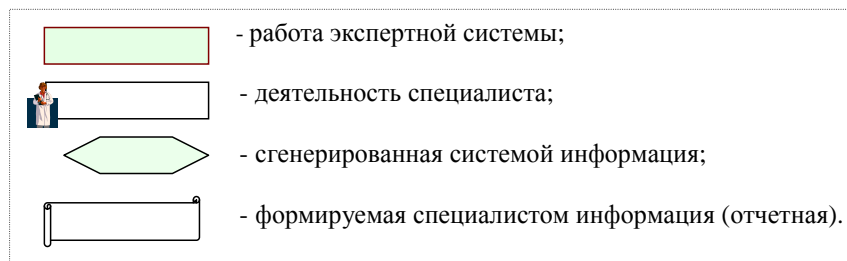


Рисунок 4 – Схема принятия решений при поддержке экспертной системой

Созданная экспертом база знаний может содержать дефекты – быть неполной (некоторые варианты могут быть упущены экспертом или быть ему неизвестны), неточной (может приводить к неоднозначным решениям) или даже неправильной (из-за заблуждений, предубеждений). Качество и полезность базы знаний определяются полнотой, точностью и правильностью содержащихся в ней знаний. Однако очевидна необходимость более объективного оценивания качества баз знаний, поскольку из литературных источников известно, что до сих пор основными средствами оценивания баз знаний являются средства контроля формальных свойств правильно построенной БЗ и привлечение экспертов для оценки «решений, предлагаемых системой» [5-7].

Каждое решение, принимаемое в ходе интеллектуальной деятельности специалистом, обычно в дальнейшем проходит процедуру верификации, которая может потребовать определенного времени. В результате этой процедуры решение специалиста (или системы) признается правильным или ошибочным. В медицине верификация осуществляется по результату выздоровления пациента в результате лечения, либо по результатам оперативного вмешательства, либо решением судебно-медицинских экспертов.

Оценка правильности БЗ может определяться множеством задач, которые ЭС правильно решает на основе этой БЗ. *Оценка точности БЗ* может определяться подмножеством этого множества, для которого решения ЭС однозначны.

Если *оценкой знаний специалиста* считать множество задач, для которых он знает правильное решение, то ЭС можно считать *полезной* для некоторого специалиста, если оценка точности ее БЗ лучше оценки знаний специалиста, т.е. если множество задач, решение которых известно этому специалисту, является подмножеством множества точно решаемых экспертной системой задач. То же справедливо и для группы специалистов: ЭС можно считать

полезной для группы специалистов, если множество задач, решение которых известно хотя бы одному специалисту из этой группы, является подмножеством множества точно решаемых экспертной системой задач. Определяемая таким способом *оценка правильности и точности базы знаний* зависит от множества задач с известным решением (базы прецедентов).

3.2 Поддержка управленческих мер

Необходимость автоматизации контроля принимаемых специалистами решений, (например, для управления качеством медицинской помощи) стала очевидной еще в конце 1990-х годов [8]. Поддержка таких управленческих мер, как правило, осуществляется через автоматизацию документооборота [3, 9]. В доступной литературе появилась информация, что в сфере медицины и здравоохранения начинается единая информатизация – обеспечение эффективной информационной поддержки организаций системы здравоохранения, формирование и использование историй болезни и других документов в соответствии с существующими стандартами. В доступных источниках сказано, что завершен первый этап разработки компонентов федерального уровня ЕГИСЗ — «электронной регистратуры» и «интегрированной электронной медицинской карты» [9].

Кроме поддержки мер контроля решений, автоматизируют и контроль качества используемых знаний, изменение которых необходимо как на основе новых научных исследований, так и на основе опыта практической работы. Проблемам модификации знаний ЭС уделяется значительное внимание уже не менее 10 лет. В частности, в литературе описан такой вид работ, как сбор со всех рабочих мест специалистов информации о принятых с помощью ЭС решениях («протоколов» с клиническими данными терапии) и передача их «анализатору», чтобы осуществлять по необходимости коррекцию знаний [10].

Со временем (в процессе практики специалистов) множество задач, решение которых известно специалисту (группе специалистов), будет расширяться. Каждое увеличивающееся со временем *множество задач с известным решением* используется для автоматизированной проверки того, насколько база знаний или вариант ее модификации удовлетворяет накопленным прецедентам. В доступных источниках приводятся примеры программного инструментария для обслуживания такой базы прецедентов (пополнения и модифицирования) и ее использования [6, 11].

Зафиксированная БЗ со временем будет устаревать в том смысле, что оценка ее правильности и точности не будет изменяться, в то время как *база прецедентов* будет расширяться в процессе дальнейшей практики, т.е. из-за того, что оценка специалиста (группы специалистов) улучшается, а оценки правильности и точности такой БЗ не изменяются. ЭС с такой БЗ может потерять свою полезность. Естественно ожидать, что база знаний должна со временем совершенствоваться.

Чтобы ЭС оставалась полезной для специалиста (группы специалистов), оценка правильности и точности ее БЗ в течение всего времени эксплуатации ЭС должна оставаться лучше, чем оценка знаний специалиста (группы специалистов).

Поэтому ЭС должна включать систему управления ее БЗ [12], цель которой – обеспечивать полезность ЭС для специалиста (группы специалистов) в течение всего времени ее эксплуатации.

Для достижения этой цели система управления БЗ должна выполнять следующие функции:

- постоянно накапливать базу прецедентов;
- классифицировать все прецеденты в базе;

- находить все возможные способы модификации БЗ для включения новых прецедентов в оценку правильности и точности БЗ;
- модифицировать БЗ одним из возможных способов.

Для того чтобы ЭС оставалась полезной для специалиста (группы специалистов), необходимо, чтобы информация обо всех задачах, решенных этим специалистом (каждым специалистом из группы), была доступна ЭС. Каждая такая задача должна пройти затем процедуру верификации решения, в результате которой правильное решение этой задачи считается установленным, и результат верификации решения задачи также должен быть доступен ЭС. Получение этой информации и является функцией накопления базы прецедентов. Ее естественной реализацией является включение ЭС в электронный документооборот интеллектуальной деятельности: документация, связанная с задачами повседневной деятельности должна вестись через компьютеры в такой форме, чтобы на основе этой информации ЭС могла решать задачи, для которых она предназначена; информация о принятых специалистами решениях, а также о результатах верификации этих решений также должна включаться в эти документы в форме, допускающей ее обработку системой управления БЗ. В этом случае накопление базы прецедентов не потребует от специалистов дополнительных усилий в их повседневной деятельности. Кроме того, такой электронный документооборот позволяет получать объективные оценки качества решения задач, как отдельными специалистами, так и их группами.

Каждый прецедент должен быть отнесен системой управления БЗ к одному из следующих классов (рисунок 5).

- 1) ЭС предложила правильное и точное решение.
- 2) ЭС предложила правильное, но неточное решение (несколько возможных альтернатив, среди которых было и правильное решение), но входные данные задачи допускают ее точное решение.
- 3) ЭС предложила правильное, но неточное решение (несколько возможных альтернатив, среди которых было и правильное решение), но входные данные задачи допускают некоторое его уточнение (уменьшение числа альтернатив).
- 4) ЭС предложила правильное, но неточное решение (несколько возможных альтернатив, среди которых было и правильное решение), но входные данные задачи не допускают его уточнения.
- 5) ЭС предложила неправильное решение (множество альтернатив, возможно пустое, среди которых не было правильного решения).

Функция классификации прецедентов состоит в отнесении каждого прецедента к одному из указанных классов. Очевидно, что решение об отнесении прецедента к классам 2-4 не может быть принято автоматически, поэтому оно должно приниматься экспертами, входящими в группу управления БЗ (рисунок 6).

На рисунке 5 показано, что документируется не только результат решения задачи и все известные данные об объекте (для медицины, например, и те, и другие входят в историю болезни пациента), но и объяснение, полученное от ЭС. Через некоторое время становится известно и верифицированное заключение. При наличии решения задачи, сделанного специалистом, объяснения, сформированного системой, и верифицированного заключения, ответственные за качество знаний лица (эксперты) могут сравнить их. В случае несовпадения этих решений следует провести анализ сгенерированного объяснения, чтобы оценить, было ли объяснение неправильным, и следует ли пару <известные данные об объекте / верифицированное заключение> использовать как прецедент для исправления базы знаний системы.

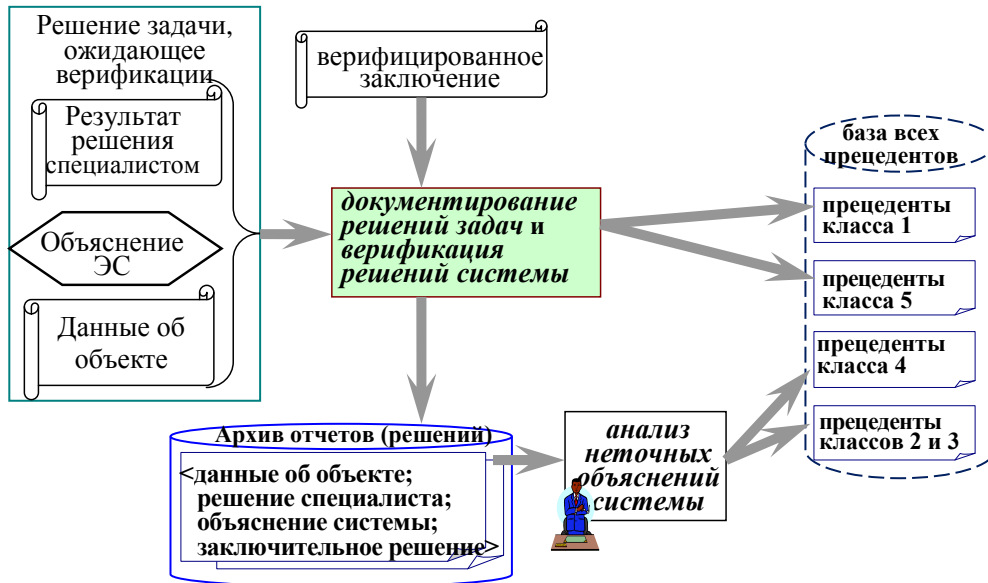


Рисунок 5 – Схема связи документооборота с поддержкой системы управления

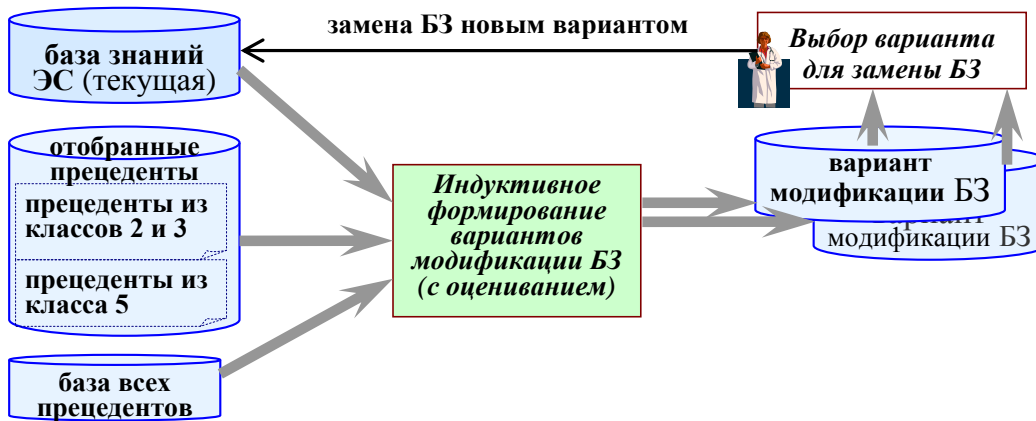


Рисунок 6 – Поддержка автоматического управления качеством баз знаний

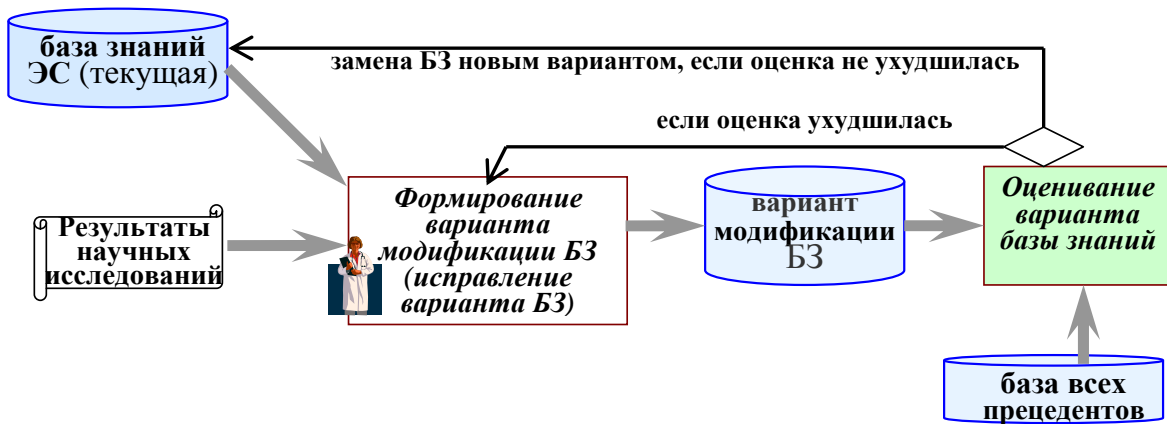


Рисунок 7 – Включение в базу знаний результатов научных исследований

Прецеденты, отнесенные к классам 1 и 4, образуют *оценку правильности и точности БЗ*. Новые прецеденты, отнесенные к этим классам, могут быть включены в эту оценку без модификации БЗ, в отличие от новых прецедентов, отнесенных к классам 2, 3 и 5. Допустимой является такая модификация БЗ, которая не ухудшает ее оценку, т.е. классы, к которым отнесены входящие в нее прецеденты после допустимой модификации БЗ, не изменяются, или некоторые прецеденты из класса 4 переходят в класс 1. Новые прецеденты из классов 2 и 3 требуют уточнения БЗ, т.е. такой ее допустимой модификации, при которой прецеденты из класса 2 переходят в класс 1, а прецеденты из класса 3 переходят в классы 1 или 4; уточнение БЗ имеет целью включить эти прецеденты в оценку правильности и точности уточненной БЗ. Новые прецеденты из класса 5 требуют исправления или расширения БЗ, т.е. такой ее допустимой модификации, при которой прецеденты из класса 5 переходят в классы 1 или 4; исправление или расширение БЗ также имеет целью включить эти прецеденты в оценку правильности и точности исправленной или расширенной БЗ. В поиске всех возможных вариантов таких допустимых модификаций БЗ для всех новых прецедентов и состоит функция поиска возможностей включения новых прецедентов в оценку БЗ. Эти варианты допустимых модификаций БЗ должны вычисляться системой управления БЗ автоматически.

В результате выполнения предыдущей функции может быть получено несколько вариантов допустимых модификаций БЗ для новой группы прецедентов, либо такие варианты могут вообще отсутствовать. Поэтому функция модификации БЗ состоит в выборе одного такого варианта допустимой модификации (если они есть) и его выполнения, либо в пересмотре некоторых ранее принятых решений при модификации БЗ (если таких вариантов нет). Реализация этой функции должна осуществляться экспертами, входящими в группу управления БЗ при поддержке системы управления. От проектируемых систем автоматизации требуется поддержка получения формализованных новых знаний (рисунок 6): удобные для эксперта средства формирования обучающей выборки из прецедентов классов 2 и 3, средства автоматического формирования на основе онтологии очередного варианта модификации БЗ и его оценивания. Удовлетворительный результат означает, что получен вариант БЗ с оценкой не хуже оценки специалиста (а при обобщении подхода к автоматизации на группу специалистов оценка единой БЗ должна становиться не хуже совокупной оценки специалистов²), поэтому он становится новой БЗ ЭС (вместо «текущей БЗ», используемой на этот момент).

Дополнительным источником совершенствования знаний, используемых при решении задач интеллектуальной деятельности, являются новые научные результаты, относящиеся к этой интеллектуальной деятельности. Естественно, что система управления БЗ должна допускать включение новых научных результатов в БЗ (без ухудшения ее оценки). Такая модификация БЗ может выполняться только экспертами, входящими в группу управления БЗ (рисунок 7). Требуется автоматизированная поддержка оценивания варианта изменяемой (по результатам научных исследований) БЗ, чтобы убедиться, что оценка базы знаний улучшилась. Если *оценка модифицированной БЗ* становится не хуже при включении в нее новых научных знаний, то такой вариант модификации становится новой БЗ ЭС.

Трудно надеяться, что поддержка принятия решений с помощью ЭС для задач лишь одного класса (например, поддержка диагностики без поддержки планирования лечения) может существенно улучшить качество всей интеллектуальной деятельности. Поэтому естественным развитием технологии автоматизации (проектирования средств поддержки) интеллектуальной деятельности являются семейства ЭС: для каждой задачи интеллектуальной деятельности разрабатывается своя ЭС; разные ЭС семейства связываются по входной/выходной информации, могут иметь некоторые общие базы знаний или их части, а также

² При этом для группы специалистов оценка будет «расти» быстрее

другие информационные ресурсы. Электронный документооборот, о котором выше шла речь, также имеет смысл интегрировать с семейством ЭС.

Управленческие меры, направленные на контроль принимаемых специалистами решений и контроль используемых знаний, естественно связаны с мерами, направленными на приведение в соответствие знаний специалистов с обновляемыми (наиболее современными и актуальными) знаниями (особенно когда происходят коренные изменения в системе знаний). Для поддержки обучения или повышения квалификации специалистов необходимы программные средства или системы, знания в которых полностью соответствуют самым современным знаниям специалистов, функциональность которых связана с обучением умению применять эти знания и с контролем результатов обучения. Таковыми являются компьютерные тренажеры.

3.3 Семейства компьютерных тренажеров

При обучении решению задач интеллектуальной деятельности, контролю знаний студентов и умений их применять могут использоваться семейства интеллектуальных программных систем, обычно называемых интеллектуальными тренажерами [13]. Задачей такого тренажера является генерация виртуального объекта интеллектуальной деятельности в соответствии с заданием преподавателя, предоставление студенту электронного документооборота, позволяющего ему решать все задачи интеллектуальной деятельности над этим виртуальным объектом, получение оценки правильности принятых студентом решений и, в случае, если среди них имеются неверные, объяснение ему причин его ошибок, либо выдача ему полного объяснения (результатов логического анализа решения всех задач интеллектуальной деятельности над этим виртуальным объектом). Например, медицинский тренажер для очередного сеанса обучения в соответствии с заданием преподавателя генерирует виртуальный объект «пациент» (рисунки 8 и 9), в частности, все значения признаков, изменяющиеся в виртуальном времени, которые необходимы для диагностики и последующих наблюдений.

В тренажерах для обучения принятию решений без воздействия на объект (в медицинском тренажере «без воздействия на объект» означает без лечения виртуального пациента, т.е. решается лишь задача диагностики) студент должен обследовать виртуальный объект (выявить значения его важных признаков в различные моменты виртуального времени) и принять необходимые решения (рисунок 8). В медицинском тренажере виртуальный пациент формируется в соответствии с заданием преподавателя и «функционирует» в соответствии с базами знаний о клинических проявлениях, поэтому соответствующий диагноз и необходимые для диагностики признаки тренажер сразу сохраняет (как правильное решение) для последующего контроля решений обучаемого. Важные признаки (выбранные студентом), полученные значения в «виртуальном» времени (сгенерированные тренажером) и поставленный студентом диагноз оформляются в виде отчета (истории болезни). Система сравнивает решения студента с правильными решениями. При обнаружении неверных решений, тренажер указывает на них и объясняет студенту причины его ошибок (например, визуализирует анализ неверной гипотезы).

В тренажерах для обучения принятию решений с возможностью воздействий на объект дополнительно к вышеописанному случаю студент должен после обследования и диагностики виртуального объекта решить задачи по его ремонту (лечению, исправлению). В таком медицинском тренажере виртуальный пациент «функционирует» в соответствии с базами знаний не только о клинических проявлениях, но и о лечебных мероприятиях. Студент должен после обследования и диагностики виртуального пациента назначить его лечение (рисунок 9) и сделать прогноз изменения его состояния, т.е. должен решить все задачи интеллектуальной деятельности над этим виртуальным объектом. В историю болезни будет включено и назначенное им лечение виртуального пациента. В таком тренажере назначенное лечение

будет использоваться тренажером для моделирования изменений во времени состояния и признаков этого пациента, на которые такое лечение окажет влияние. Студент сможет наблюдать эту динамику, если будет проводить мониторинг выбранных признаков пациента. Протокол наблюдения студентом динамики состояния виртуального пациента будет сохранен. Система оценит решения студента еще и с учетом выбранного лечения и влияния его на виртуального пациента (отраженного в протоколе). Тренажер визуализирует не только полное и правильное объяснение решения задач над виртуальным «пациентом», но и процессы изменения состояний пациента, происходящие из-за воздействия предлагаемых лечебных мероприятий.

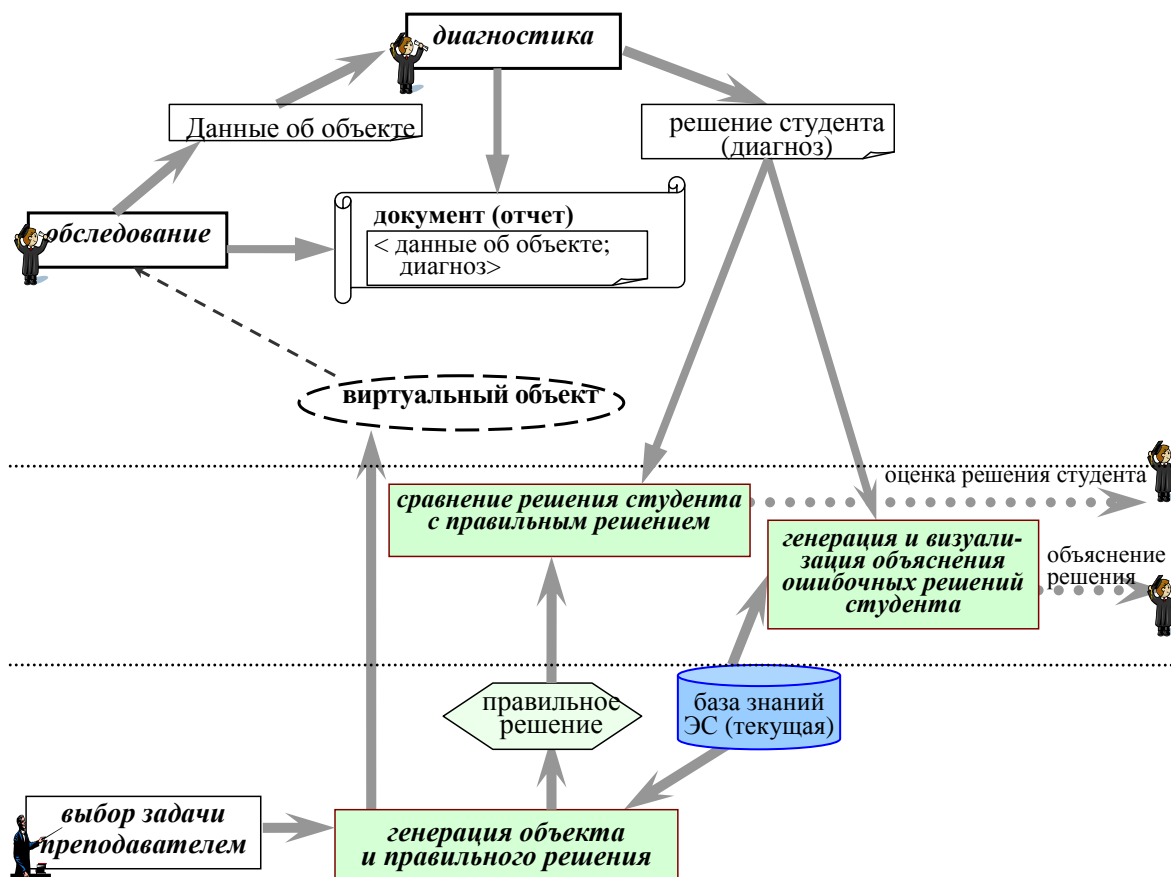


Рисунок 8 - Схема процесса обучения принятию решений (без воздействия на объект) с помощью интеллектуального тренажера

Таким образом, тренажеры моделируют объект, воздействие на него и выполняют анализ ошибок, сделанных при принятии решений, связанных с этим объектом. Для этого база знаний должна быть такой, какую рекомендовано использовать в реальной практике, т.е. высокого качества. Применение семейств интеллектуальных тренажеров позволяет уменьшить использование реальных объектов в процессе обучения, заменив их виртуальными, полнее проверить знания студентов и умение их применять.

3.4 Преимущества автоматизации

Проектирование программных средств поддержки повседневной интеллектуальной деятельности и управления базами знаний имеет преимущества, как для выполняющих ее специалистов, так и для управляющих ей.

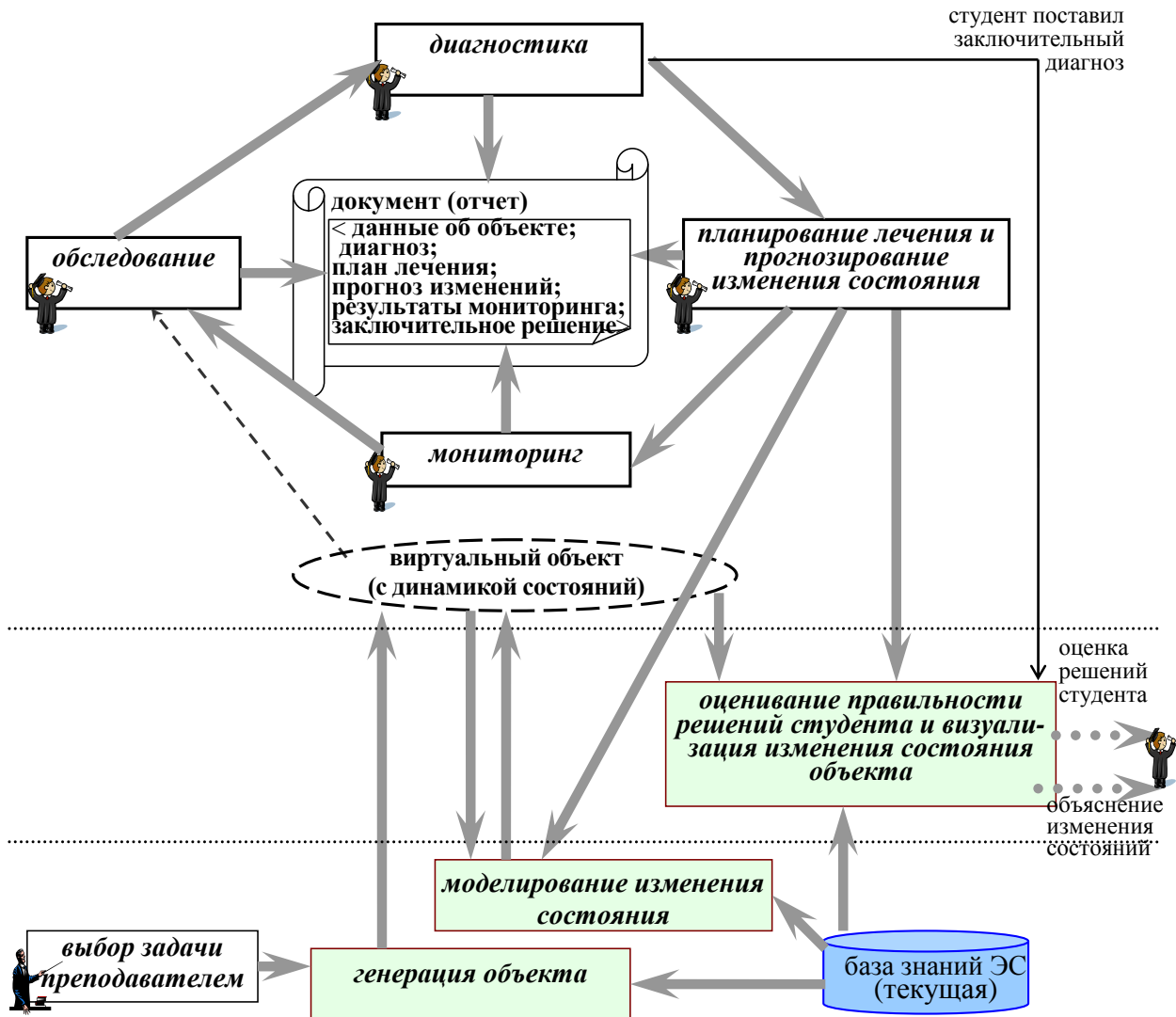


Рисунок 9 - Схема анализа правильности воздействий на виртуальный объект в процессе обучения принятию решений с помощью интеллектуального тренажера

Преимущество в повседневной деятельности:

- специалистам доступен результат *полного анализа* всех входных данных каждой задачи на соответствие их возможным гипотезам или возможность рассмотреть полный анализ тех гипотез, которые интересуют этих специалистов;
- специалисты получают возможность использовать базы знаний в качестве *компьютерных справочников*.

Преимущества в управлении качеством знаний:

- получение БЗ ЭС с оценкой качества не хуже, чем оценка качества знаний специалистов, которые пользуются этой ЭС, и достижение *монотонного роста оценки качества БЗ ЭС*;
- явная фиксация системы знаний с наилучшей оценкой, ее доступность для изучения (в качестве справочника), для использования на практике (в качестве стандарта) и в обучении (в качестве учебного пособия). Наличие такой системы знаний, сформированной в терминах *онтологии предметной области*, может значительно расширить возможность своевременного доведения новейших знаний до специалистов.

Дополнительным преимуществом может стать объективность оценивания качества работы специалистов, если средства документооборота интегрируются с ЭС (можно оценивать качество работы отдельных специалистов или коллектива учреждения или всего профиля, или всей отрасли - по задокументированным принятым решениям, верифицированным решениям, возможным результатам задач прогноза и т.д.). Интеллектуальные тренажеры могут повысить качество подготовки специалистов отрасли.

Заключение

Анализ организации повседневной интеллектуальной деятельности и управления ее качеством показывает необходимость проектирования программных систем для их автоматизации. Параллельно с выполнением интеллектуальной деятельности должно осуществляться управление ее качеством: контроль принимаемых решений, уточнение знаний и расширение знаний, а также обучение новых специалистов с учетом обновляемых знаний. Возможности автоматизации такой деятельности «определяются» существующим состоянием дел в областях поддержки принятия решений, управления качеством деятельности, управления знаниями на основе онтологии предметной области, разработки обучающих систем.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №11-07-00460 и ДВО РАН № 12-И-П15-03.

Список источников

- [1] *Джарратано, Д.* Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г. Райли.- Киев: Вильямс, 2007. - 1147 с.
- [2] *Кобринский, Б.А.* Ретроспективный анализ медицинских экспертных систем / Б.А. Кобринский // Новости искусственного интеллекта. - 2005. - №2 - С. 6-17.
- [3] НПО РусБИТех. Единое информационное пространство в здравоохранении РФ. 2011. <http://www.myshared.ru/slide/96415/> (Актуально на 30.06.2013).
- [4] *Клещев, А.С.* Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 1. Неформальное описание и определение базовых терминов / А.С. Клещев, М.Ю. Черняховская, Ф.М. Москаленко // Журнал НТИ. Серия 2. - 2005. - №12.
- [5] *Гаврилова, Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. - СПб.: Питер, 2001. - 384 с.
- [6] *Соловьев, С.Ю.* Методы отладки баз знаний в системе ФИАКР / С.Ю. Соловьев, Г.М. Соловьева // Автоматизация и роботизация производства с применением микропроцессорных средств. – Кишинев: 1986. - С. 36-37.
- [7] *Тельнов, Ю.Ф.* Интеллектуальные информационные системы / Ю.Ф. Тельнов // Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М.: МЭСИ, 2004. - 246 с.
- [8] *Дьяченко, В.Г.* Экспертиза качества медицинской помощи (Вопросы теории и практики) / В.Г. Дьяченко // Abt. Associates Inc. Bethesda, Maryland. USA. Agency for international Development ENI/HR/HP. Washington. 1996.- 203 с.
- [9] *Шеян, И.* «Ростелеком» завершил создание электронной регистратуры и интегрированной электронной медкарты / И. Шеян // Computerworld Россия/MedIT. - 2012. <http://www.osp.ru/medit/2012/06/13015950.html> (Актуально на 30.06.2013).
- [10] *Зильбер, А.П.* Интернет-проект «Компьютерная диагностика презклампсии» / А.П. Зильбер, Е.М. Шифман, А.Г. Павлов, С.Е. Белоусов <http://critical.onego.ru/critical/medlogic/>, <http://www.osp.ru/medit/2012/06/13015950.html> (Актуально на 14.03.2013).
- [11] *Попов, Э.В.* Статические и динамические экспертные системы / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. - М.: Финансы и статистика, 1996.

- [12] **Клещев, А.С.** Управление интеллектуальными системами / А.С. Клещев, В.В. Грибова // Известия РАН. Теории и системы управления. - 2010. - № 6. - С. 122-137.
- [13] **Грибова, В.В.** Обучающие виртуальные системы и средства их создания / В.В. Грибова, Л.А. Федорищев // Вестник информационных и компьютерных технологий. – 2012. - №3. - С. 48-51.

Сведения об авторах



Клещев Александр Сергеевич, 1940 г. рождения. Окончил математико-механический факультет Ленинградского государственного университета в 1964 г., д.ф.-м.н. (1990). Главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель руководителя Отделения информатики и вычислительной техники Академии инженерных наук Российской Федерации, председатель Научно-методического совета по образованию в области информатики и информационных систем Дальневосточного регионального учебно-методического центра. В списке научных трудов более 260 работ в области искусственного интеллекта, информатики, медицинской и биологической кибернетики.

Alexander Sergeevich Kleshev (b. 1940) graduated from the Leningrad State University in 1964, Professor's degree (1990). He is Chief Researcher at lab. of intellectual systems in the Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS. He is co-author of more than 260 publications in the fields of biological and medical cybernetics, informatics and AI.



Черняховская Мери Юзефовна. Окончила 1-ый Ленинградский медицинский институт им. акад. Павлова, доктор медицинских наук (1991). Главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН. Имеет более 150 научных работ, в том числе две монографии.

Mary Yuzefovna Chernyakhovskaya graduated from the First Leningrad Medical Institute in 1957, Professor's degree (1991). She is Chief Researcher at lab. of intellectual systems in the Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS. She is co-author of more than 150 publications in the fields of medicine, physiology and application of AI methods in medicine.



Шалфеева Елена Арефьевна, 1967 г. рождения. Окончила математический факультет ДВГУ по специальности "Прикладная математика" в 1989 г., к.т.н. (2000). Старший научный сотрудник лаборатории Интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, доцент по специальности. В списке научных трудов более 70 работ.

Elena Arefjevna Shalfeeva (b.1967) graduated from the Far Eastern State University (Vladivostok) in 1989, PhD (2000). She is Senior Researcher at lab. of intellectual systems in the Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS, lecture. She is co-author of more than 70 publications in the fields of Program models and systems and AI.

УДК 004.81

МОБИЛЬНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ОНТОЛОГИИ

С.И. Родзин¹, Л.С. Родзина²

Южный федеральный университет, г. Таганрог

¹srodzint@yandex.ru, ²raisin25@yandex.ru

Аннотация

В статье предлагается сценарий обучения и модель открытой архитектуры контекстно-зависимой системы мобильного обучения. Разрабатывается структура системы управления контентом на основе семантического веба. Структура системы управления контентом включает четыре основных элемента: онтологии метаданных, онтологии конкретной предметной области, которая описывает структуру индексации ресурсов, а также модели сценариев обучения и адаптивного выбора учебных ресурсов. При построении системы управления контентом предлагается использовать модель на основе вероятностных автоматов. Контекстно-зависимая система обучения должна уметь персонализировать наилучший стиль обучения. С этой целью предлагается использовать аппарат байесовских сетей и эволюционных вычислений.

Ключевые слова: мобильное обучение, контекстно-зависимая система, управление контентом, вероятностный автомат, сценарий обучения, байесовская сеть.

Введение

Современное обучение должно быть более интегрированным в повседневную жизнь, доступным по первому требованию, без необходимости планирования или составления графиков на месяцы вперед. О преимуществах и перспективах мобильного обучения заговорили несколько лет назад. С развитием мобильных сетей и расширением возможностей в сфере передачи данных (особенно видео) мобильное обучение становится одним из самых удобных и перспективных способов получения знаний. Все идет к тому, что многие виды образовательной деятельности будут поддерживаться мобильными устройствами - аппаратами, способными принимать, хранить и передавать информацию - камерами, смартфонами, наладонными и планшетными компьютерами, коммуникаторами. Мобильное обучение (*m-learning*) является совершенно новым подходом, когда процесс обучения имеет «свободный» формат, подстраивается под слушателя, а не наоборот. Термин «мобильный» характеризует, прежде всего, доступ к средствам обучения и формы реализации учебной интеракции.

Более интегрированное обучение предполагает разработку удобных альтернативных сценариев удаленного обучения с использованием смартфонов и ноутбуков, не ограничиваясь узким аудиторным пространством или возможностями обычного компьютера. Постоянная доступность информации (учебных сегментов) крайне важна, поскольку дает возможность и мотивирует на то, чтобы обучаться где угодно, как угодно и когда угодно. Переход части образовательных программ в формат мобильной структуры в ближайшем будущем требует разработки подходящих сценариев и архитектур мобильной системы обучения, чему посвящена данная статья.

1 Сценарий мобильного обучения

В последние годы формируется новый принцип построения обучающих систем: процесс обучения рассматривается как процесс управления знаниями обучаемого [1]. В рамках этого подхода ведутся перспективные разработки, направленные на создание адаптивных обучающих систем, поддерживающих индивидуальный подход в обучении, систем управления контентом (*CMS – Content Management System*), предусматривающих возможность контекстного использования хранилищ образовательных ресурсов и обеспечивающих мобильность и глубокую персонализацию образовательных услуг [2]. Контекст является одним из ключевых вопросов для индивидуализации обучения, а контекстно-зависимая система (*Context-Aware Systems*) должна быть способна анализировать состояние пользователя, окружающей среды, адаптировать свою работу при изменении условий. Создание адаптивных контекстно-зависимых систем обучения является междисциплинарной проблемой. Принципиальное значение здесь имеет внутренняя логика процесса обучения. Эта логика отражается в педагогических и технологических сценариях, объединяющих всю совокупность приемов, операций, процедур и учебных занятий.

Сценарий - это целенаправленная, методически выстроенная последовательность методов и технологий для достижения целей обучения. В принципе для каждого слушателя требуется свой сценарий. В компьютерной науке это называется «проклятием размерности» - сценариев может быть великое множество, что создает нешуточную проблему их систематизации, рационализации и организации в целостную структуру. Цель сценария заключается в описании процесса обучения и деятельности по приобретению знаний. Сценарий определяется такими характеристиками как структура, координация и типологии деятельности, распределение ролей между слушателями, преподавателями и компьютерными системами.

Используемые сценарии в большинстве своем не являются контекстно-зависимыми и адаптивными к разным слушателям. В [3] утверждается, что существуют сотни различных педагогических моделей и сценариев обучения. В [4] был предложен общий абстрактный сценарий для представления разных педагогических моделей. Он определяется темой обучения, слушателями, интегрируемыми знаниями, преподавателем, используемыми ресурсами (коммуникационные и информационные технологии и технические средства), педагогическими и дидактическими моделями обучения и некоторыми другими элементами. Этот сценарий предусматривает лишь очень ограниченные возможности адаптации с помощью правил *if-then-else* [5]. Образовательные ресурсы определены априори, их невозможно изменить. Сценарий также не предусматривает управления знаниями предметной области и использования технологии контекстного обучения [6].

Для интеграции знаний, предусматриваемых сценарием, требуется единое концептуальное описание знаний с помощью онтологии, отражающей предметную область [7]; онтологии формализующей структуру процесса обучения под углом зрения формируемых компетенций [8, 9], репозитория учебных объектов, объектов исследовательской и проектной деятельности, открытых информационно-образовательных ресурсов и пр. Это позволит повысить релевантность отбора изучаемых учебных объектов в соответствии с индивидуальными особенностями обучающихся.

2 Архитектура системы мобильного обучения

Цель разработки архитектуры информационных обучающих систем состоит в том, чтобы задать на высоком уровне абстракции рамки для понимания определенных типов систем, их подсистем и взаимодействий с другими системами. За последнее десятилетие информационные обучающие системы эволюционировали от централизованных систем на выделенных

компьютерах к системам дистанционного обучения с распределенной архитектурой «клиент-сервер».

Недостатки централизованной архитектуры очевидны: их трудно развертывать, дорого поддерживать и сложно адаптировать к постоянным изменениям учебного процесса. Такие системы зависят от частных инструментальных средств пользователей и навязываемых разработчиками образовательных ресурсов. В результате создается среда, никак не учитывающая ни различия решаемых задач и уровня пользователей, ни изменения образовательных запросов и условий рынка образования.

Ситуацию может улучшить Интернет-, *Java*- и другие *web*-технологии, уже зарекомендовавшие себя как эффективные инструменты построения информационных приложений любого назначения. Архитектурных решений для информационных обучающих систем дистанционного обучения на базе *web*- и телекоммуникационных технологий, способных дать оптимальную комбинацию производительности, функциональности и мощных механизмов управления процессами обучения, пока не предложено. Однако реальные преимущества *web*-ориентированных технологий позволяют приступить к созданию принципиально новых приложений, архитектура которых непосредственно основана на Интернет и мобильных телекоммуникационных технологиях. Например, приложения могут быть написаны на языке *Java* или *PHP*, а в качестве промежуточного программного обеспечения могут применяться известные приложения и конструкции *web*. Для поиска образовательных ресурсов вместо *SQL* может использоваться поисковая система для *web*, а связь с другими приложениями, объектами и репозиториями реализовываться с помощью гиперссылок и *URL*. В результате пользователи получают гибкое решение, которое можно реализовать на основе существующей сетевой Интернет/Интранет-инфраструктуры. Доступ к серверу приложений, например, систем дистанционного обучения, тестирования, пользователь получает с помощью любого *web*-браузера.

Понятно, что характеристики обучающей системы и ее функциональные возможности зависят от возможностей и ограничений архитектурной модели. Предлагаемая модель открытой архитектуры адаптивной контекстно-зависимой системы мобильного обучения представлена на рисунке 1.

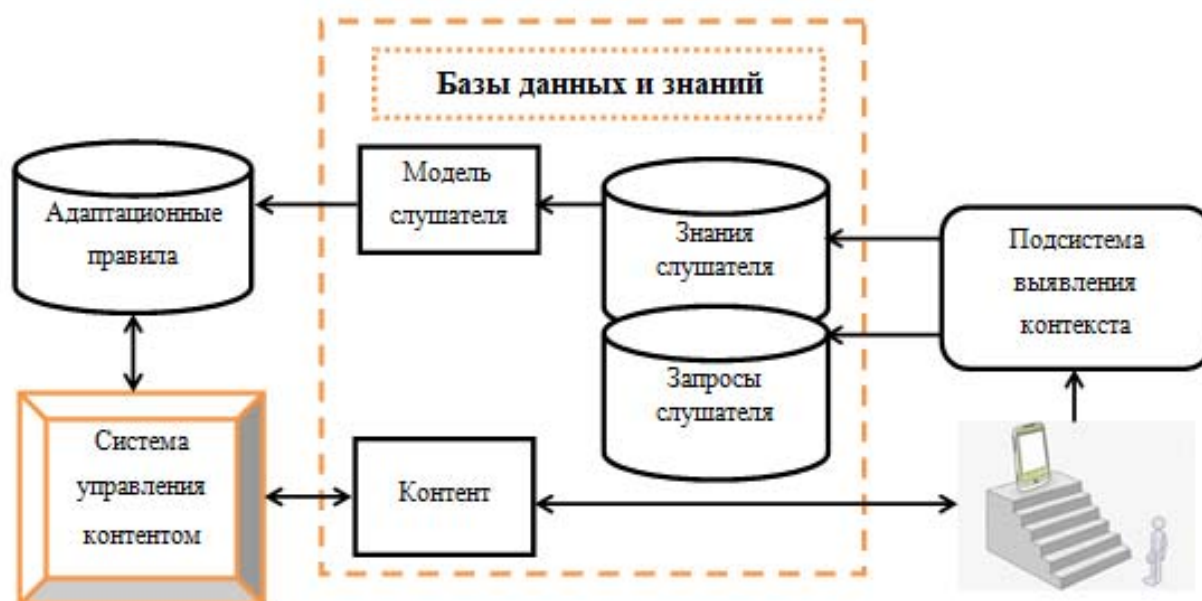


Рисунок 1 - Архитектура системы мобильного обучения

База данных и знаний включает контекстные данные и знания, профиль слушателя и модуль контроля знаний. Контекстные данные содержат информацию о месте, времени сеанса мобильного обучения, информацию об учебных материалах. Профиль слушателя содержит персональную информацию о слушателе, его запросах, уровне подготовки, а также о располагаемом времени на сеанс обучения. Модуль контроля знаний включает тестовые задания, а также результаты предыдущих контрольных проверок.

Контекстная информация включает в себя запросы слушателя и сведения об уровне его знаний. Контекстная информация, получаемая из запроса слушателя, указывает на его местоположение (кампус, дом, дача), располагаемый слушателем интервал времени на обучение и уровень концентрации. Каждое местоположение имеет определенный контекстный фактор, который влияет на учебную деятельность (на уровень концентрации, на время, чтобы учиться, и др.). Чем меньше этот фактор, тем выше его влияние, и наоборот. Интервалы свободного времени, которое слушатель готов потратить на обучение, могут быть различными, например, 15, 30, 45 или 60 минут. Уровни концентрации также могут быть описаны дискретными значениями, например, 1, 2 или 3 (низкий, средний или высокий). Сведения об уровне знаний слушателя определяются по результатам тестовых опросов и могут оцениваться, например, по 5-балльной шкале.

Мобильный контент может включать полнотекстовые версии учебников, интерактивные симуляции, тестовые задания, глоссарий с поиском, разнообразные обучающие игры и др. Доступ и управление этими объектами, планирование обучения, контроль знаний осуществляется с помощью системы управления контентом. Контент описывается в виде иерархической древовидной структуры, вершинами которой являются учебные темы. Конечно, просмотр учебника на экране мобильного устройства пока удобным не назовешь: приходится постоянно прокручивать экран, как по вертикали, так и по горизонтали, а картинки не отображаются полностью. Обучаемый, вместо того, чтобы улавливать смысл материала, вынужден периодически отвлекаться на навигацию. Эту проблему можно решить путем создания программ, «подгоняющих» объём учебного сегмента под размер экрана смартфона.

В модели слушателя определяются темы, которые ему необходимо изучить согласно запросу, соответственно на древовидной структуре выбираются маршруты освоения контента. Модель слушателя является основной для адаптивного выбора содержания курса с учетом всех контекстных факторов, описанных выше. В древовидной модели определены все связи контекстных факторов. На этой основе строятся *if-then-else* правила для адаптивного выбора образовательных ресурсов, для помощи пользователю (например, показ справочного окна для выполнения задания, реструктурирование гиперпространства, чтобы помочь ориентироваться и передвигаться в нем, предоставление дополнительных объяснений по некоторому учебному понятию т.д.). Адаптационные правила определяют, какой компонент адаптации необходимо выбрать согласно модели слушателя. Эти правила, в основном, отвечают за адаптивное представление контента и адаптивную навигацию. Для реализации механизмов адаптации используются подходы на основе семантических понятий предметной области и семантической индексации контента, ключевых слов и автоматической индексации контента на базе информационного поиска, а также социальные механизмы, такие как навигация на основе истории и коллективная фильтрация.

3 Онтологическая структура программного комплекса управления контентом

Отличительными особенностями мобильного обучения является использование мобильных устройств, прохождение обучения независимо от местонахождения при использовании

портативных технологий. Мобильное обучение уменьшает ограничения по получению образования по местонахождению с помощью портативных устройств.

В области мобильного обучения имеются определенные проблемы: технические - возможности подключения, размеры экрана, срок действия батареи, многочисленные стандарты, операционные системы; социальные и образовательные - доступность и цена для конечных пользователей, поддержка обучения в разных ситуациях, развитие соответствующей теории обучения для мобильного возраста, отслеживание результатов и правильное использование этой информации.

Переход обучения в формат мобильной структуры требует разработки подходящих систем управления контентом. Управление контентом является движком (жаргонизм, от английского *engine*) системы. Предлагаемая модель обучения является адаптивной, она использует подход на основе семантического веба (*Semantic Web*) [10]: обучающая среда включает набор ресурсов, онтологий и инструментов, позволяющих гибко выбирать соответствующие ресурсы под конкретного слушателя и актуальной ситуации обучения. На рисунке 2 представлена структура программного комплекса управления контентом на основе семантического веба.

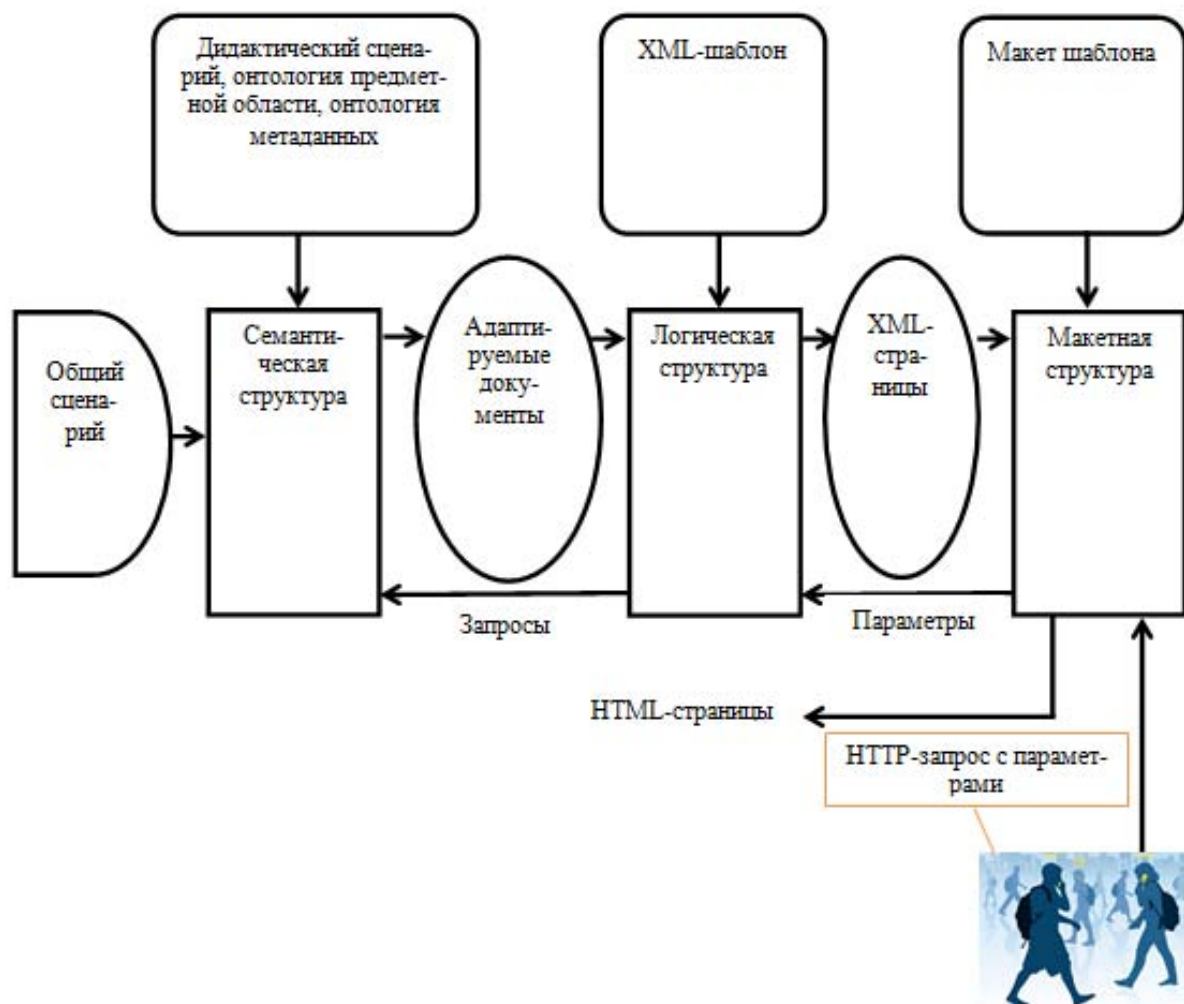


Рисунок 2 - Структура программного комплекса управления контентом

Общий сценарий учебной ситуации является входной спецификацией для работы программного комплекса управления контентом.

Структура системы управления контентом включает четыре основных элемента: онтологию метаданных, онтологию конкретной предметной области, которая описывает структуру индексации ресурсов, а также модели сценариев обучения и адаптивного выбора учебных ресурсов. Метаданные – это информация о содержащейся на веб-странице информации. Метаданные являются важной составляющей создания распределенных учебных систем, дающих возможность многократного использования учебных материалов в различных учебных организациях, быстрого и эффективного поиска учебных материалов в сети Интернет, как преподавателями, так и студентами, защиты авторских прав и др.

Метаданные, структурированные в виде иерархии, представляют онтологию, например, XML-схему. Онтология предметной области – это формальное описание предметной области, в котором представлены и определены понятия и терминологическая база предметной области. Моделью сценария обучения является ориентированный граф, представляющий основные понятия иерархической модели задачи и связи различных типов, в зависимости от приложения. Существующие модели сценариев не являются контекстно-зависимыми. Поэтому задача заключается в формализации модели контекста так, чтобы из общего сценария система обучения «вычисляла на лету» конкретный сценарий с учетом индивидуальных особенностей слушателей и текущей учебной ситуации.

Процесс работы системы управления контентом условно можно разделить на несколько этапов: семантический выбор, логическая и макетная сборка. Процесс завершается получением HTML-документа из XML (отображение или рендеринг).

Анализ образовательных запросов пользователей с точки зрения сложности их обработки позволяет выделить их следующие типы: простые запросы (определить новое понятие, пояснить его на примерах и т.п.); изучение отдельного вопроса; изучение темы; изучение раздела курса; изучение учебного курса; запрос уровня образовательной программы, включающей множество взаимосвязанных курсов.

Что касается процесса обслуживания образовательного запроса, то он предполагает итеративное уточнение образовательных потребностей и запросов, детализацию и персонализацию программы обучения. В результате должна быть построена индивидуальная программа обучения, состоящая из концептов онтологии предметной области. Затем выполняется покрытие программы обучения, составленной из концептов, доступными в образовательном пространстве учебными ресурсами. Однако в открытой образовательной среде доступно большое число учебных ресурсов, а для каждого концепта существует множество вариантов покрытия. Для сокращения перебора должны использоваться дополнительные ограничения пользователя на форму представления материала, стратегии обучения, временные и финансовые ресурсы и т.п. Результатом данного этапа является программа обучения, составленная из реальных учебных объектов.

При построении системы управления контентом предлагается использовать представленные в [11] дидактические подходы к адаптации для идеальной системы обучения, которая позволяет персонализировать и оптимизировать процессы мобильного обучения с учетом контекста (предпочтения пользователя и цели обучения). В частности, для изучения предпочтений пользователя, правильного подбора уровня образовательных ресурсов и наиболее подходящего стиля обучения из базы данных извлекается его профиль, а для поддержки целей обучения предлагается расписание с учетом графика работы пользователя, его местоположения и окружающей обстановки, например, уровня шума.

Система управления контентом предусматривает наличие функции, связанной с оповещением пользователя об учебном календаре (чтение лекций, тестирование, выполнение домашнего задания и т.п.) в зависимости от внешних условий, текущей ситуации, в том числе в контексте свободного времени и местоположения.

Немаловажную роль играют также контекстно-зависимые связи: асинхронные (электронная почта, доски обсуждений) и синхронные (онлайн-чаты) для обмена сообщениями между преподавателями и слушателями, или между слушателями.

При построении системы управления контентом предлагается использовать модель на основе вероятностных автоматов [12, 13]. В вероятностных автоматах переход из одного состояния в другое происходит в зависимости от случайных входных сигналов или в зависимости от последовательности предыдущих состояний. Обычно вероятностные автоматы используют для демонстрации поведения систем, реакции которых сложно предсказать. В нашем случае, предполагается, что слушатель ведет себя как вероятностный автомат.

Алгоритм работы вероятностного автомата отображается в виде стохастического графа с множеством вершин, соединенных ребрами, которые соответствуют вероятностям переходов из одного состояния в другое.

Входная функция вероятностного автомата имеет вид:

$$In(t) = [SS(t), UD(t), SI(t), SM(t)],$$

где $SS(t)$ – состояние слушателя, $UD(t)$ – состояние учебной деятельности, $SI(t)$ – состояние инфраструктуры, $SM(t)$ – состояние окружающей среды.

Выходная функция автомата имеет вид:

$$Out(t+1) = [UD(t+1), SI(t+1)],$$

где $UD(t+1)$ представляет адаптированное состояние учебной деятельности в момент времени $(t+1)$, $SI(t+1)$ – адаптированное состояние инфраструктуры в момент времени $(t+1)$.

Пусть в момент времени t автомат с вероятностью $p_m(t)$ находится в состоянии $UD(t) = UD_m$, а состояние $IS(t) = IS_n$ с вероятностью $p_n(t)$. Множество вероятностей состояний $UD(t) = \{UD_1(t), UD_2(t), \dots, UD_m(t)\}$, множество вероятностей состояний $IS(t) = \{IS_1(t), IS_2(t), \dots, IS_n(t)\}$.

Обучение автомата происходит по методу поощрений и наказаний [11] по правилам:

- предположим, что в момент времени t , $UD(t) = UD_m$ с вероятностью $p_m(t)$. Если результат обучения «хороший» (например, слушатель удовлетворен), то вероятность $p_m(t)$ увеличивается и уменьшаются вероятности выбора всех других состояний $UD_s(t)$. В противном случае, если слушатель не удовлетворен, то, наоборот, вероятность $p_m(t)$ уменьшается и увеличиваются вероятности выбора всех других состояний $UD_s(t)$;
- предположим, что в момент времени t , $IS(t) = IS_n$ с вероятностью $p_n(t)$. Если результат обучения «хороший» (например, слушатель удовлетворен), то вероятность $p_n(t)$ увеличивается и уменьшаются вероятности выбора всех других состояний $IS_s(t)$. В противном случае, если слушатель не удовлетворен, то, наоборот, вероятность $p_n(t)$ уменьшается и увеличиваются вероятности выбора всех других состояний $IS_s(t)$.

Например, в непосредственной близости от слушателя имеются две мобильные сети. Задача состоит в выборе сети, которая обеспечит лучшую производительность и надежность для осуществления учебной деятельности. Обозначим через IS_1 инфраструктуру одной сети, а через IS_2 – инфраструктуру другой сети. Вероятность выбора сети IS_1 равна p_1 , а вероятность выбора сети IS_2 равна p_2 . Пусть в момент времени t , сеть IS_n ($n = 1$ или 2) выбирается с вероятностью $p_n(t)$. Если производительность и надежность связи по сети оценивается слушателем как «хорошие», то $p_n(t+1) = p_n(t) + k_1 * (1 - p_n(t))$, где k_1 – некоторый коэффициент, $0 < k_1 < 1$. В противном случае, $p_n(t+1) = p_n(t) - k_2 * p_n(t)$, где k_2 – некоторый коэффициент, $0 < k_2 < 1$. Причем, $p_1(t+1) + p_2(t+1) = 1$.

В примере используется линейный закон поощрения/наказания, однако обучение может производиться с использованием и других законов в зависимости от ситуации.

4 Использование байесовской сети для адаптации к стилю обучения

Каждый педагогический сценарий описывает типичную ситуацию внутри системы обучения со специально сформулированной целью. У каждого сценария есть название, параметры и цель. Достижение цели предполагает участие одного или нескольких слушателей (агентов, индивидов) в одном или нескольких процессах. Сценарий описывает ряд действий и коммуникаций агентов, направленных на достижение конкретной цели.

Создание онтологии педагогических сценариев позволяет наладить взаимопонимание между участниками учебного процесса, повторно использовать ранее созданное знание, облегчает понимание предметной области в терминах задач и функций, обеспечить взаимодействие различных приложений, моделировать семантическое содержание веб-страниц, обеспечить однозначное поведение обучающей системы. К тому же создав онтологию сценариев, понятную и людям и программным агентам, мы более глубоко понимаем предметную область, связанные со сценарием концепты [14]. Создание каталога учебных сценариев поддерживает конструирование новых учебных сценариев.

Индивидуализация процесса обучения в основном достигается через изменения его сценария в зависимости от категории слушателей, от имеющихся образовательных ресурсов и от формы обучения. Эти функции являются ключевыми для построения адаптивной среды обучения. Вопрос заключается в разработке общего сценария, который бы позволял справиться с широким спектром индивидуальных ситуаций в процессе обучения.

Предлагается проводить выработку общего сценария в несколько этапов. На первом этапе создается начальная версия на основе рекомендаций экспертов-преподавателей. На следующем этапе сценарий уточняется и модифицируется с использованием теории антропологии дидактических знаний [15]. Затем проводится формализация иерархической модели задачи, строится типология задач обучения и возможности ее адаптации. Рассмотрим эти этапы подробнее.

Начальная версия общего сценария обучения SC_0 определяется двумя множествами:

$$SC_0 = \langle Ph_1, Ph_2 \rangle,$$

где Ph_1 – множество дидактических рекомендаций для обучения, Ph_2 – учебный план.

Множество Ph_1 включает постановку учебной задачи, учебные ресурсы, объяснение подходов к решению задачи и др. Множество Ph_2 включает дидактическое описание метода решения задачи, необходимых для этого действий и др.

На следующем этапе сценарий уточняется с точки зрения праксиологии (рассматриваются различные действия или совокупности действий с точки зрения установления их эффективности) [16]. Сущность праксиологического подхода состоит в поиске, отборе и внедрении в образовательную практику разнообразных средств, необходимых для ее осуществления с позиций таких категорий как «рациональность», «эффективность», «валеологичность».

В нашем случае праксиология обучающей системы, позволяющая уточнить и структурировать тип решаемой задачи, методы ее решения, варианты сценариев взаимодействия, определяется тройкой $\langle T, M, D \rangle$, где T – тип решаемой задачи, M – методы ее решения, D – дискурс (сценарий взаимодействия).

Сигнатура $\langle T, M \rangle$ имеет иерархическую структуру. Иными словами, задача может быть разложена на ряд подзадач, решение которых достигается с использованием метода M и таких операторов как секвенция, альтернативный выбор и параллельное выполнение.

Например, предположим, что решение задачи включает секвенцию двух последовательно решаемых подзадачи (T_1 и T_2), а ее сигнатура имеет вид, представленный на рисунке 3. Решение каждой из задач T_1 и T_2 предполагает установление типа задачи (момент времени t_1), исследование типа задачи и выбор метода ее решения (момент t_2), изучение теории вы-

бранного метода (момент t_3), применение метода и оценка результата (момент t_4), институционализация сценария со стороны преподавателя (момент t_5).

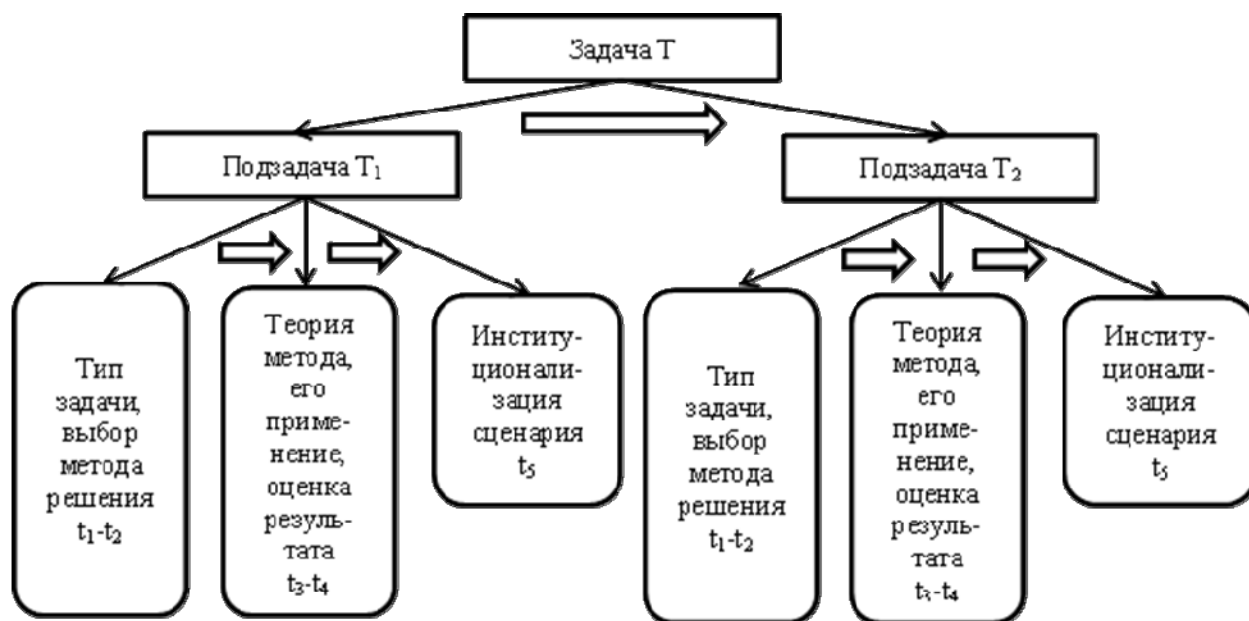


Рисунок 3 - Пример сигнатуры учебной задачи

Институционализация со стороны преподавателя означает, например, что слушатель не приобрел необходимых знаний, или находится в процессе их приобретения, или приобрел необходимые знания.

Люди отличаются друг от друга, учатся по-разному, и по-разному учатся в различные периоды времени. Так как различные индивидуумы имеют различные потребности обучения, то для эффективной работы системы требуется несколько стратегий или стилей. Библиотека стилей должна быть интегрирована в систему обучения. Это помогает персонализировать процесс, адаптировать работу системы к непредсказуемой природе человеческого обучения.

Известно, что разные люди отдают предпочтение различным стилям и методам обучения:

- визуальному (использование рисунков и объемных моделей);
- акустическому (использование звуков и музыки);
- лингвистическому (использование письменного текста, лекций);
- логическому (использование логики, систематизации);
- социальному (обучение в группах с другими людьми);
- обособленному (индивидуальное обучение).

Контекстно-зависимая система обучения должна уметь персонализировать наилучший стиль обучения. С этой целью можно использовать аппарат байесовских сетей и эволюционных вычислений [17-20]. Байесовская сеть, согласно Дж. Перлу, является вероятностной моделью, представляющей собой множество переменных и их вероятностных зависимостей. Формально, байесовская сеть - это направленный ациклический граф, каждой вершине которого соответствует некоторая переменная, а дуги графа кодируют отношения условной независимости между этими переменными. Вершины могут представлять переменные любых типов, быть взвешенными параметрами, скрытыми переменными или гипотезами. Разработаны эффективные методы, которые успешно используются для вычислений и обучения байесовских сетей. Если задать некоторое распределение вероятностей на множестве переменных, соответствующих вершинам этого графа, то полученная сеть будет байесовской сетью. На

такой сети можно использовать байесовский вывод для вычисления вероятностей следствий событий.

В качестве примера на рисунке 4 представлена байесовская сеть, моделирующая стили мобильного обучения.

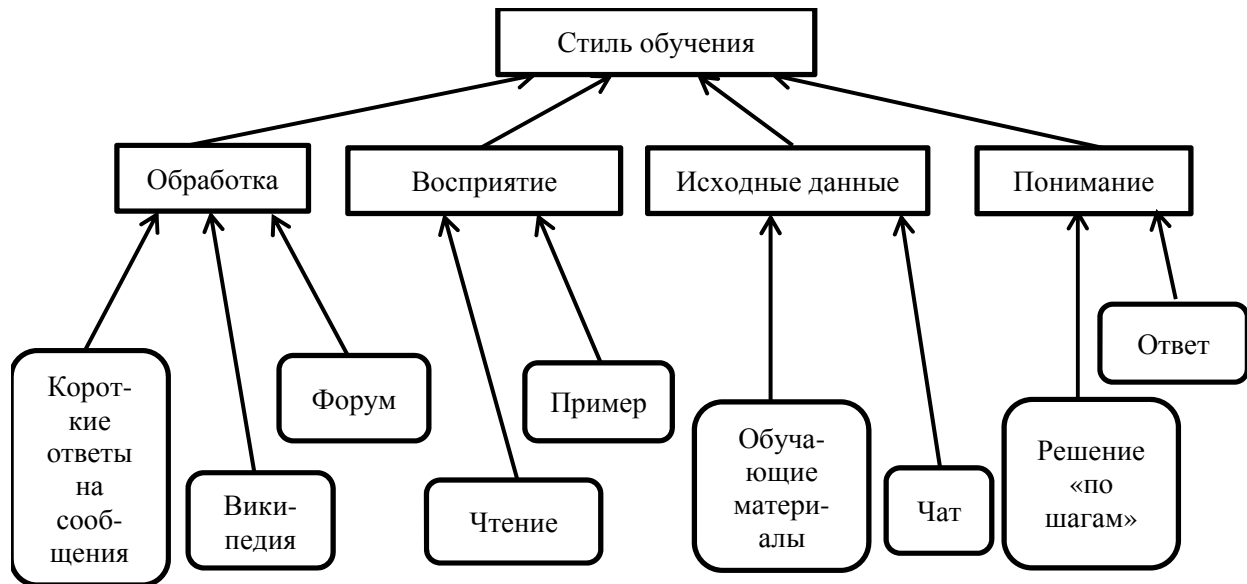


Рисунок 4 - Байесовская сеть, моделирующая стили мобильного обучения

Вершинами сети являются переменные трех типов: стиль обучения, четыре характеристики стилей обучения (обработка, восприятие, исходные данные, понимание) и различные атрибуты, определяющие характеристики стиля обучения (вики, форум, чат и др.). После установления вероятностей значений всех вершин графа делается вероятностный вывод о наиболее подходящем стиле обучения.

Для тестирования разработанного на *Java* автономного мобильного приложения был разработан вопросник. Обследовалась группа из 40 студентов, которые использовали приложение с их мобильного телефона. Средняя оценка по 5-балльной шкале равна 3,9. Отметим, что на данном этапе разработки модель слушателя еще не способна учитывать всю контекстную информацию. Заметной проблемой является также отображение фрагментов контента на дисплее мобильного телефона, а также необходимость организации поиска адаптированных под стиль обучения слушателя учебных материалов. Перспективным направлением решения этой задачи представляется использование многоагентных технологий [21 - 23].

Заключение

Вопрос не только в том, что обучаться нужно постоянно. Обучение должно быть мобильным и востребованным, т.е. разрыв между моментом получения знаний в процессе обучения и моментом, когда новые знания понадобятся, необходимо уменьшать. С точки зрения пользователя знания, полученные по первому требованию за часы до момента их применения на практике гораздо актуальнее, нежели информация, полученная за недели, месяцы или годы до того как она будет востребована. Понятно, что традиционные форматы обучения, нередко формирующие ситуацию «выучи и забудь», такой интерактивности дать не могут. К тому же главное в обучении - освоение новых знаний. Не имеет значения, как они будут получены, главное, чтобы они были актуальными.

Суммируя, отметим высокий инновационный потенциал мобильных устройств и технологий. При условии грамотной интеграции они помогут перейти к новой образовательной модели вуза – мобильному обучению с применением интерактивных методов, основанных на формировании умений самостоятельно извлекать знания, на развитии критического мышления обучающегося, его автономии. В учебном процессе должны применяться как новые формы учебной деятельности (интерактивные слайд-лекции, вебинары, тренинги и компьютерные симуляции, телекоммуникационные дискуссии с участием специалистов из отечественных и зарубежных вузов), так и новые типы заданий и упражнений (учебно-тренинговые задания; слайд-презентации; веб-проекты). К тому же мобильное обучение поможет преодолеть деструктивное влияние информационно-телекоммуникационных технологий (скачивание готовых статей и рефератов из сети для выполнения заданий, игнорирование правил авторского права, использование любых мобильных устройств в качестве шпаргалки) на познавательную и социальную деятельность человека.

Немаловажным представляется еще один аспект разработки и внедрения мобильных технологий в образовании - возможность учиться людям с ограниченными возможностями. К тому же мобильное обучение экономически оправдано, учебные материалы легко распространяются между пользователями благодаря современным беспроводным технологиям (*WAP, GPRS, EDGE, Bluetooth, Wi-Fi*); информация в мультимедийном формате способствует лучшему усвоению и запоминанию материала, повышая интерес к образовательному процессу; молодежь технически и психологически готова к использованию мобильных технологий в образовании.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 13-07-00204 и 13-01-00475.

Список источников

- [1] Коулопоулос Т.М., Фраппаоло К. Управление знаниями. М.: Эксмо, 2008. – 218 с.
- [2] Грачев В.В., Ситаров В.А. Персонализация обучения: требования к содержанию образования // *Alma mater. Вестник высшей школы*. 2006. № 8. - С. 11 – 15.
- [3] Koper R., Olivier B. Representing the Learning Design of Units of Learning // *Educational Technology&Society*. 2004. № 7 (3). - P. 97-111.
- [4] Nodenot T. Contribution à l'Ingénierie dirigée par les modèles en EIAH : le case des situations-problems cooperatives // *Habilitation à Diriger des Recherché en Informatique*, Pau: University de Pau et des Pays de l'Adour, 2005. – 138 p.
- [5] IMS Global Learning Consortium. Официальный сайт. – <http://www.imsglobal.org> (дата обращения: 12.04.2013).
- [6] Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
- [7] Gruber T.R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // *International Journal of Human and Computer Studies*. 1993. №.43(5/6). – P. 907 – 928.
- [8] Курейчик В.В., Бова В.В., Нужнов Е.В., Родзин С.И. Интегрированная инструментальная среда поддержки инновационных образовательных процессов // *Открытое образование*. 2010. № 4(81). – С. 101-111.
- [9] Родзин С.И. К вопросу об инновационной составляющей инженерных образовательных программ // *Инновации*. 2006. № 5 (92). - С. 66-71.
- [10] Garlati S., Iksal S. A Flexible Composition Engine for Adaptive Web Sites // *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*. Eds.: Springer Verlag, 2004, V. LNCS 3137. - P. 115 - 125.
- [11] Zarranandia T., Fernandez C., Diaz P., Torres J. On the way of an ideal learning system adaptive to the learner and her context // *Proc. of Fifth IEEE Int. Conf. on Advanced Learning technologies*, 2005. – P. 128-134.
- [12] Поспелов Д.А. Вероятностные автоматы. М.: Энергия, 1970. – 88 с.

- [13] Economides A.A. Adaptive Mobile Learning // Proc. the 4th Int. Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education, 2006. – P. 263-269.
- [14] Бова В.В. Модели предметных знаний на основе системно-когнитивного анализа // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 7. - С. 146 - 153.
- [15] Бим-Бад Б.М. Педагогическая антропология. М.: УРАО, 1998. – 576 с.
- [16] Григорьев Б.В., Чумакова В.И. Праксиология или как организовать успешную деятельность. М.: Изд-во Школьная пресса, 2002. – 139 с.
- [17] Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс, 2007. – 1410 с.
- [18] Тулупьев А.Л., Николенко С.И., Сироткин А.В. Байесовские сети: логико-вероятностный подход. СПб.: Наука, 2006. – 607 с.
- [19] Курейчик В.В., Курейчик В.М., Родзин С.И. Теория эволюционных вычислений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 – 260 с.
- [20] Родзин С.И. Теория принятия решений: Уч. пособие. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 336 с.
- [21] Родзина Л.С. Прикладные многоагентные системы. Программирование на платформе JADE. Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co., 2011. - 174 с.
- [22] Курейчик В.М., Родзин С.И. Компьютерный синтез программных агентов и артефактов // Программные продукты и системы. 2004. № 1. - С. 23 - 27.
- [23] Rodzina L., Kristofferson S. Context-dependent car Navigation as kind of human-machine collaborative interaction // Proc. of the 2013 Intern. Conf. on Collaboration Technologies&Systems – CTS'2013, may 20-24, 2013, San Diego, California, USA. – Publ. of the IEEE. - P. 253-259.

Сведения об авторах



Родзин Сергей Иванович, 1953 г. рождения. Окончил Таганрогский радиотехнический институт в 1976 г., к.т.н. (1981). Профессор кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ Южного федерального университета. Член Европейского координационного комитета искусственного интеллекта (ECCAI), Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ), член Российской ассоциации нечетких систем и мягких вычислений. В списке научных трудов около 100 работ в области автоматизации проектирования, искусственного интеллекта, в том числе 8 монографий.

Sergey Ivanovich Rodzin (b.1953) graduated from the Taganrog Radio Engineering Institute in 1976, PhD (1981). He is Professor at Southern Federal University (Department of software engineering and the use of computers). He is European Coordinating Committee for Artificial Intelligence (ECCAI) member, Russian Association of Artificial Intelligence (RAAI) member, Russian Association of fuzzy systems and soft computing member. He is co-author of about 100 scientific articles in the field of CAD and AI, including 8 monographs.



Родзина Лада Сергеевна, 1988 г. рождения. Окончила Южный федеральный университет в 2010 г. (математик-программист), Остфолдский университет (Норвегия) в 2012 г. (магистр информатики). Аспирант кафедры систем автоматизированного проектирования Южного федерального университета. В списке научных трудов более 20 статей, 1 монография в области многоагентных информационных систем.

Rodzina Lada Sergeevna (b. 1988) graduated from the Southern Federal University in 2010 (engineering degree, mathematician&programmer specialty "Software and administration of information systems"), Ostfold University College in 2012 (degree master in computer science). Aspirant department of CAD Systems at Southern Federal University. She is co-author of more than 20 articles and 1 monograph in the field of multi-agent information systems.

УДК 004.432:4

ОНТОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.А. Шарипбаев, А.С. Омарбекова, А.Б. Барлыбаев

НИИ «Искусственный интеллект» Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана, Казахстан
sharali@mail.ru

Аннотация

В статье представлен подход к построению интеллектуального электронного университета. Знания являются одним из наиболее важных ресурсов для высших учебных заведений. Знания, интеллектуальный капитал и интеллектуальная собственность получают все чаще признание в качестве нового источника развития. В связи с этим инновационные университеты стремятся эффективно управлять, контролировать свои знания. Целью этой работы является построение семантической модели интеллектуального электронного университета в виде онтологии. Онтология используется в качестве информационной модели портала.

Ключевые слова: интеллектуальный электронный университет, представление знаний, онтология.

Введение

Для высшего учебного заведения знания являются одним из важнейших ресурсов. Вуз приобретает несомненные конкурентные преимущества, если быстрее других создает и находит новые знания, обеспечивает их развитие и практическое внедрение, формируя научные и профессиональные компетенции как сотрудников, так и выпускников вузов.

Знания, интеллектуальный капитал, интеллектуальная собственность получают растущее признание в качестве нового источника развития [1]. В связи с этим инновационные вузы стремятся эффективно распоряжаться, управлять имеющимися у них знаниями. Целью данной статьи является сообщение о работе над семантической моделью интеллектуального электронного университета в виде онтологии.

1 Онтология и интеллектуальный электронный университет

В настоящее время онтологии играют решающую роль при описании знаний о предметных областях деятельности специалистов.

Проектирование онтологии – это творческий процесс, и поэтому потенциальные приложения семантической сети, а также понимание разработчиком предметной области и его точка зрения на нее будут, несомненно, влиять на принятие решений [2].

Одним из современных направлений развития *e*-университета является преобразование процесса электронного обучения в пространство знаний и компетенций. В связи с этим, задача разработки онтологии интеллектуального электронного университета является актуальной как с научной точки зрения, так и практически значимой, поскольку позволяет применить возможности семантической технологии для создания web-портала системы управления знаниями современного вуза [3]. Интеллектуальный электронный университет (далее ИЭУ) - это программный комплекс для автоматизации проведения обучения и контроля знаний по кредитной системе через глобальную сеть на основе методов искусственного интеллекта.

Информационную основу ИЭУ составляют онтологии - концептуальные модели, с помощью которой осуществляется формализация необходимых областей знаний. Вводя формальные описания понятий предметной области в виде классов объектов и отношений между ними, онтология задает структуры для предоставления реальных данных и связей между ними. Использование онтологий для построения информационной основы ИЭУ позволяет не только целостно представить такие трудно формализуемые предметные области, как технические, но и автоматизировать процесс сбора и накопления информации по выбранной тематике. Такая концептуальная модель позволяет обеспечить единообразное представление знаний данных по выбранной тематике, их семантическую связанность.

2 Онтология интеллектуального электронного университета

В связи с переходом Республики Казахстан на дистанционную и модульную технологии обучения задача эффективной организации информационных ресурсов, сопровождающих и обеспечивающих образовательный процесс, ориентированный на получение компетенций, становится первостепенной. В рамках кредитной системы обучения каждый обучающийся формирует свой индивидуальный план, который вуз обязан обеспечить электронными образовательными ресурсами (ЭОР): курсы лекций, методические пособия, методические указания к лабораторным и практическим работам, указания по выполнению самостоятельной работы и т.д. Обучающемуся предоставляется возможность самостоятельно осуществлять выбор того или иного ЭОР в соответствии с поставленными им самим образовательными целями. Сложность самостоятельного выбора учебно-методических материалов обусловлена тем, что существующие ЭОР имеют разный уровень качества, слабо структурированы, плохо систематизированы и распределены на различных образовательных порталах вузов и в сети Интернет.

Становится очевидным, что качество обучения в соответствии с принципами компетентного подхода определяется качеством образовательных ресурсов, которое может оцениваться различными показателями, но в первую очередь, образовательные ресурсы должны соответствовать государственному общеобязательному стандарту образования Республики Казахстан. Использование онтологических моделей и семантических методов при построении систем управления знаниями вузов недостаточно распространено, а образовательные порталы вузов чаще выступают как информационные, нежели чем семантические с функциями управления знаниями и оценки качества электронных образовательных ресурсов.

Начать разработку онтологии можно с определения ее области и масштаба. На данном этапе работы можно ответить на вопросы следующим образом:

- так как ИЭУ является очень масштабной темой, то семантическая часть данной работы первоначально будет охватывать область, связанную с процессом электронного обучения;
- онтология будет использоваться для обеспечения доступа к информационным ресурсам вуза и взаимодействия распределенных учебных сред в дистанционной и модульной технологиях обучения;
- онтологию будут использовать тьюторы вуза, а поддержкой будет заниматься эксперт онтологической базы знаний.

На рисунке 1 представлена онтология системы электронного обучения в университете, которая была написана на унифицированном языке моделирования UML. В качестве инструмента был использован IBM Rational Rose Version 7.0.0.

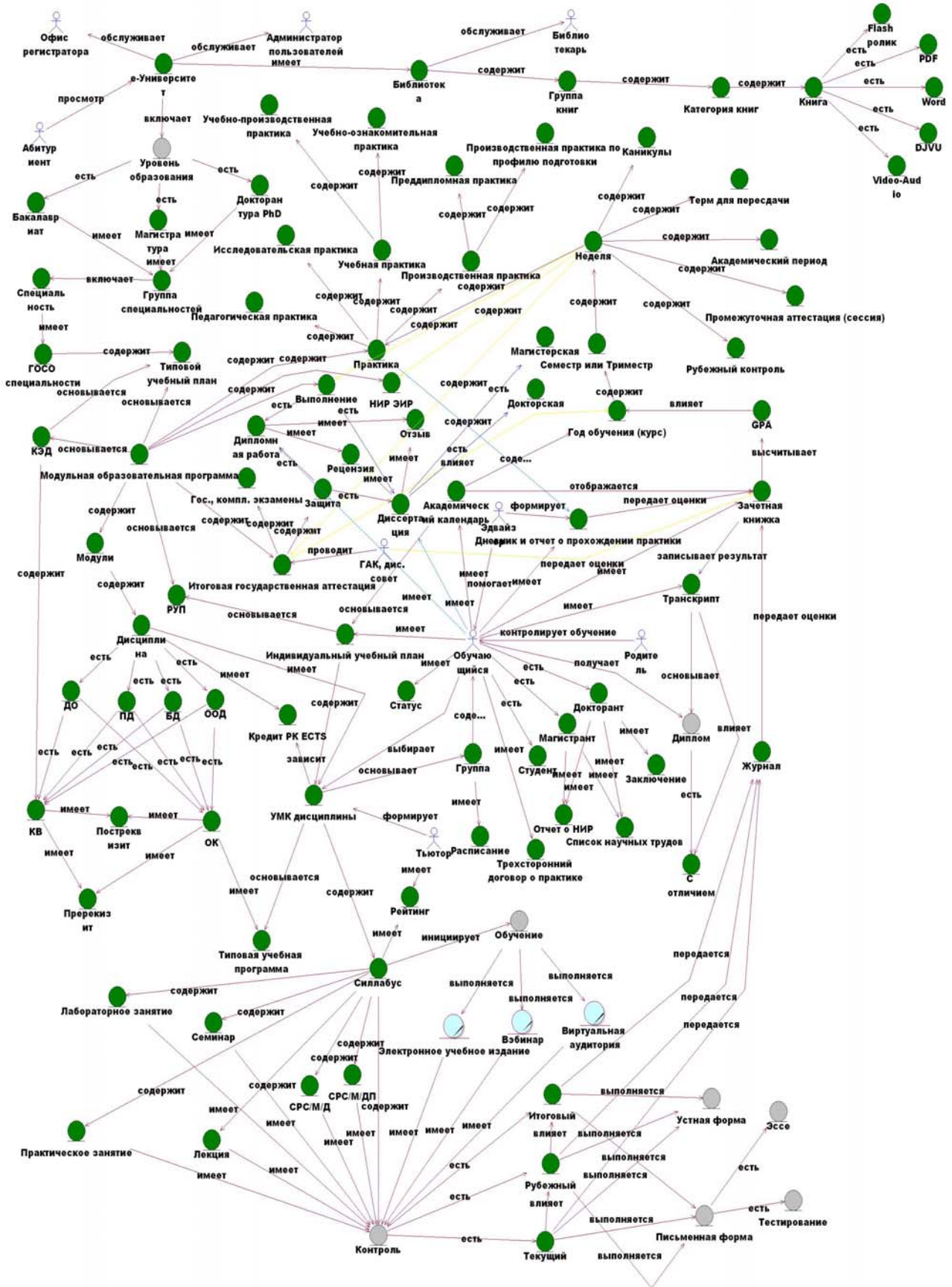


Рисунок 1 – Онтология интеллектуального электронного университета

В процессе электронного обучения участвуют объекты и субъекты. Субъектами являются: обучаемый, обучающие, организаторы обучения и образовательного портала (бизнес-работники). Главным объектом *e-learning* является процесс обучения, знаниевое содержание которого определяет syllabus дисциплины, а реализацию обеспечивает электронное учебное издание. При этом каждая дисциплина определяется шифром, названием, типом (базовая, профильная, общеобразовательная, дополнительный вид обучения).

Дисциплина включается в учебный план. Для разработки и дисциплины, и учебного плана применяют Государственный общеобязательный стандарт образования (ГОСО). Учебный план – это образовательная программа специальности. Все специальности описаны в классификаторе специальностей, который вузы применяют для организации обучения и для разработки ГОСО и других образовательных нормативных документов.

Специальности высшего и послевузовского образования в Классификаторе объединены по группам и представлены восьмизначными цифровыми кодами:

- первый и второй знаки кода, имеющие цифровое и буквенное выражение, предназначены для обозначения уровня высшего и послевузовского образования (бакалавриат, магистратура, докторантура);
- третий и четвертый знаки кода – обозначают группы специальностей высшего и послевузовского образования, указывающие область знания;
- пятый-восьмой знаки кода определяют специальности высшего и послевузовского образования и их образовательные программы.

3 Пользователи и функции интеллектуального электронного портала

Предусматриваются восемь видов пользователей портала: офис-регистратор, тьютор, эд-вайзер, библиотекарь, студент, родитель, абитуриент, администратор. Каждый из них имеет свой собственный набор интеллектуальных функциональных возможностей:

- управление личным профилем зарегистрированного пользователя;
- управление обменом информацией между зарегистрированными пользователями;
- управление образовательной моделью ВУЗа;
- ведение учебных документов (ГОСО, академический календарь и т.п.);
- составление индивидуальных учебных программ студентов;
- управление переводами и дополнительными курсами, практикой, НИР и др.;
- организация и управление онлайн-библиотекой;
- ведение журналов оценок, зачетных книжек, транскриптов;
- разработка и заведение собственных электронных учебных инструкций;
- составление расписаний прохождения онлайн-обучения и тестирования;
- проведение онлайн-обучения и тестирования;
- учет выдачи дипломов выпускникам.
- Интеллектуальные возможности (разработанные):
- интеллектуальная услуга для абитуриентов «Виртуальный помощник выбора специальности», ориентированная на выбор специальности с учетом желаемого вида обучения и будущей работы;
- самонастраивающийся адаптивный интерфейс для пользователей-студентов.

При создании этих приложений были использованы фирменные технологии *InterSystems*: средства построения многомерных баз данных на основе постреляционной технологии Cache; язык программирования приложений Cache Object Script, технология формирования динамических WEB-страниц Cache Server Pages и ZEN [4].

Список источников

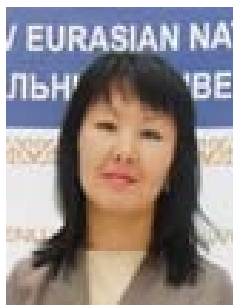
- [1] *Тузовский, А.Ф.* Онтолого-семантические модели в корпоративных системах управления знаниями: Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н. / А.Ф. Тузовский // Томск: ТПУ, 2007. – 40 с.
- [2] *Noy, N., McGuinness, D.L.* Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology / N. Noy, D.L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001. URL: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html. – P. 41-42.
- [3] *Балова, Т.Г., Криулько, Р.* Этапы разработки онтологии электронного университета / Т.Г. Балова, Р. Криулько // Современные информационные технологии. 1. Компьютерная инженерия. URL: http://www.rusnauka.com/18_DNI_2010/Informatica/69459.doc.htm
- [4] *Кирстен, В.* СУБД САСНЕ: объектно-ориентированная разработка приложений. Учебный курс / В. Кирстен, М. Иррингер, Б. Рериг, П. Шульте. - СПб.: Питер, 2001. - 384 с.

Сведения об авторах



Шарипбаев Алтынбек Амирович, к.ф.-м.н., д.т.н., профессор по группе специальностей «Информатика, вычислительная техника и управления», академик Международной Академии Информатизации, академик Академии педагогических наук Республики Казахстан. Директор НИИ «Искусственный интеллект».

Altynbek Amirovich Sharipbayev Candidate of Physical and Mathematical Sciences, D.Tech. Sc., Professor of specialty group “Computer science, Computer Engineering and management”, academician of the International Informatization Academy, academician of the Academy of Pedagogical Sciences of the Republic of Kazakhstan. Director of SRI “Artificial intelligence”.



Омарбекова Асель Сайлаубековна, к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая информатика» факультета «Информационные технологии». Заместитель директора НИИ «Искусственный интеллект».

Assel Sailaubekovna Omarbekova, Candidate of technical science, Associate Professor of Department Theoretical Computer Science Faculty of Information Technology. Vice-director of SRI “Artificial intelligence”.



Барлыбаев Алибек Бактыбаевич, докторант кафедры «Теоретическая информатика» факультета «Информационные технологии». Научный сотрудник НИИ «Искусственный интеллект».

Alibek Baktybayevich Barlybayev, doctoral student of Department Theoretical Computer Science Faculty of Information Technology. Researcher of SRI “Artificial intelligence”.

УДК 004.89

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.А. Замула

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина
zamura.alina@gmail.com

Аннотация

Разработана система управления банковской деятельностью, построенная с применением средств искусственного интеллекта. Банковские процессы формализованы с помощью теории множеств, построена схема управления банком, включающая такие управляющие элементы, как процентная ставка и показатель качества банковской деятельности. Сформирована структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений. Разработанная на основе онтологического анализа предметной области система управления позволит повысить эффективность принятия решений при выборе направления развития банка.

Ключевые слова: система управления, банк, база знаний, моделирование, искусственный интеллект.

Введение

Банковские учреждения функционируют в условиях стремительных и масштабных изменений конкурентной среды, возрастающих требований к повышению качества услуг, активного внедрения информационных технологий. Так как не все банковские процессы поддаются формализации строгими математическими моделями, применение современных систем и методов искусственного интеллекта является актуальным направлением в управлении сложными системами в данной предметной области.

Существующие подходы к оценке и анализу деятельности банков не отвечают современным условиям, в результате чего количество финансовых кризисов в банковской сфере не уменьшается. В настоящее время в области моделирования отсутствуют работы, позволяющие так учитывать закономерности развития банковской системы на макроуровне и особенности функционирования конкретного коммерческого банка на микроуровне, что в модель включаются и количественные финансовые показатели, и качественные, формализацию которых удастся осуществить, как правило, лишь с применением методов искусственного интеллекта.

В статье сообщается о разработке новой концепции системы управления банковской деятельностью, учитывающей не только количественные, но и качественные показатели, включаемые в рассмотрение с использованием средств искусственного интеллекта.

1 Формализация банковских процессов

Известны исследования особенностей функционирования коммерческих банков, выявившие тенденции и факторы, влияющие на формирование основных показателей их деятельности. Однако современные условия требуют нового подхода к анализу банковской деятельности.

Для формализации банковских процессов нами использована теория множеств, позволяющая информативно описать ключевые характеристики банковской деятельности.

Банк характеризует кортеж $\langle A, B, C, D \rangle$.

$A = \{A^1, A^2, A^3\}$ – множества свойств банка как системы,

$A^1 \cap A^2 \cap A^3 = \emptyset$.

$A^1 = \{a_i^1\}, i = 1, \dots, 4$ – подмножество статистических свойств:

a_1^1 – целостность – банк выступает как единая, обособленная система, обладающая определенной независимостью от внешней среды;

a_2^1 – открытость – банк постоянно обменивается информацией с внешней средой;

a_3^1 – внутренняя неоднородность – свидетельствует о том, что внутреннее строение банка неоднородно. При более детальном рассмотрении можно выделить отдельные его части, представление которых в иерархическом виде является моделью состава;

a_4^1 – структурированность – подразделения банка взаимодействуют друг с другом, образуя структуру.

$A^2 = \{a_i^2\}, i = 1, 2$ – подмножество динамических свойств:

a_1^2 – функциональность – деятельность всей системы «банк» определяется набором конкретных функций, которые характеризуют ее поведение и изменения, произведенные системой во внешней среде;

a_2^2 – изменчивость во времени – свидетельствует об изменении параметров, основных характеристик банка с течением времени.

$A^3 = \{a_i^3\}, i = 1, \dots, 3$ – подмножество синтетических свойств:

a_1^3 – эмерджентность – наличие у системы «банк» таких свойств, которые не присущи отдельным ее элементам, что свидетельствует о неделимости ее на части;

a_2^3 – целеустремленность – деятельность банка и его элементов направлена на достижение конкретной цели;

a_3^3 – ингерентность – свойство согласованности, совместимости банка с окружающей средой.

$B = \{B^1, B^2\}$ – множество функций банка,

$B^1 \cap B^2 = \emptyset$.

$B^1 = \{b_i^1\}, i = 1, \dots, 3$ – подмножество внешних функций:

b_1^1 – аккумуляция финансовых средств. Банки концентрируют значительную часть накоплений, образующихся в хозяйстве, и сбережений. Внесенные в кредитные учреждения денежные суммы приносят вкладчикам доход в виде процента. Банк способствует выполнению функции кредита по превращению временно свободных денежных капиталов и накоплений в ссудный капитал;

b_2^1 – регулирование денежного оборота. Банки выступают центрами, через которые проходит платежный оборот различных хозяйственных субъектов;

b_3^1 – функция финансового посредника. Банк выполняет функцию посредничества в кредитах, платежах, операциях с ценными бумагами.

$B^2 = \{B_1^2, B_2^2, B_3^2\}$ – подмножество внутренних функций:

$B_1^2 = \{b_{1i}^2\}, i = 1, \dots, 4$ – основные функции:

b_{11}^2 – кредитование;

b_{12}^2 – привлечение средств;

b_{13}^2 – обслуживание пластиковых карт;

b_{14}^2 – расчетно-кассовое обслуживание.

$B_2^2 = \{b_{2i}^2\}, i = 1, \dots, 6$ – функции управления:

b_{21}^2 – стратегическое управление;

b_{22}^2 – управление финансами;

b_{23}^2 – управление маркетингом;

b_{24}^2 – управление процессами;

b_{25}^2 – управление персоналом;
 b_{26}^2 – управление рисками.
 $B_3^2 = \{b_{3i}^2\}, i = 1, \dots, 6$ – функции обеспечения:
 b_{31}^2 – IT-обеспечение и связь;
 b_{32}^2 – обеспечение безопасности;
 b_{33}^2 – юридическое обеспечение;
 b_{34}^2 – административное обеспечение;
 b_{35}^2 – бухгалтерский учет;
 b_{36}^2 – финансовый мониторинг.

Ресурсы коммерческого банка – это совокупность денежных средств, находящихся в распоряжении банка, используемая им для осуществления кредитных, инвестиционных и других активных операций.

$C = \{C^1, C^2\}$ – множество ресурсов банка,
 $C^1 \cap C^2 = \emptyset$.

Банковские ресурсы с точки зрения источников образования подразделяются на собственные и привлеченные.

$C^1 = \{c_i^1\}, i = 1, \dots, 3$ – подмножество собственных средств:

c_1^1 – статутный капитал;
 c_2^1 – резервные фонды;
 c_3^1 – нераспределенная прибыль.

$C^2 = \{c_i^2\}, i = 1, \dots, 3$ – подмножество привлеченных средств:

c_1^2 – средства на счетах клиентов;
 c_2^2 – вклады физических и юридических лиц;
 c_3^2 – средства других банков.

$D = \{D^1, D^2, D^3\}$ – множество операций банка,

$D^1 \cap D^2 \cap D^3 = \emptyset$.

$D^1 = \{d_i^1\}, i = 1, \dots, 3$ – подмножество активных операций. Активные операции – это операции по размещению банком собственных и привлеченных средств с целью получения прибыли.

d_1^1 – предоставление кредитов физическим, юридическим лицам, банкам;

d_2^1 – вложения в ценные бумаги;

d_3^1 – формирование кассовых остатков и резервов.

Активные операции тесно связаны с пассивными операциями. За счет пассивных операций формируются ресурсы коммерческого банка, которые необходимы ему для обеспечения нормальной деятельности, поддержания ликвидности на должном уровне и получения запланированного дохода.

$D^2 = \{d_i^2\}, i = 1, 2$ – подмножество пассивных операций:

d_1^2 – вклады физических, юридических лиц, банков;

d_2^2 – выпуск ценных бумаг.

Кроме операций, связанных с формированием банковских пассивов и активов, коммерческие банки занимаются и другими видами деятельности, которые получили название банковских услуг.

$D^3 = \{d_i^3\}, i = 1, \dots, 4$ – подмножество услуг банка:

d_1^3 – расчетные услуги;

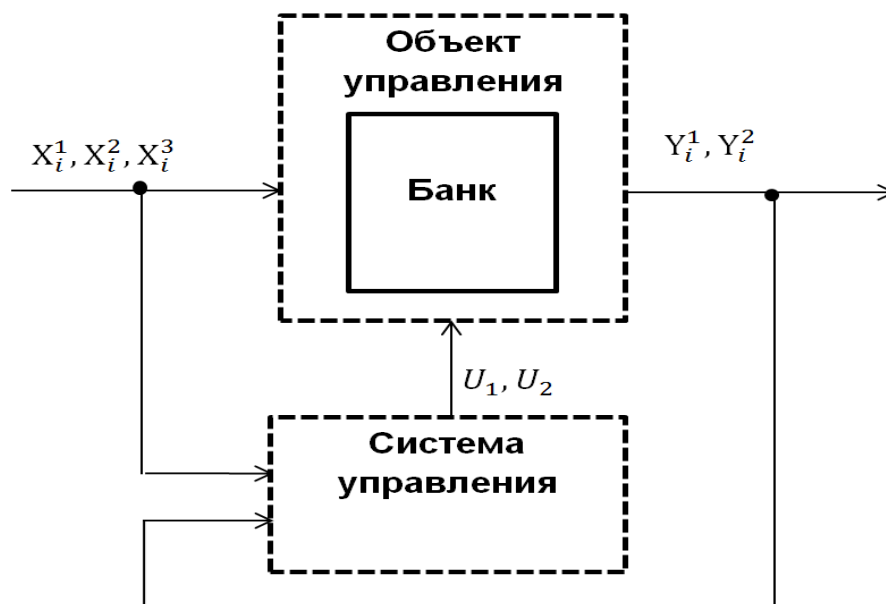
d_2^3 – кассовые услуги;

d_3^3 – трастовые услуги;

d_4^3 – посреднические услуги.

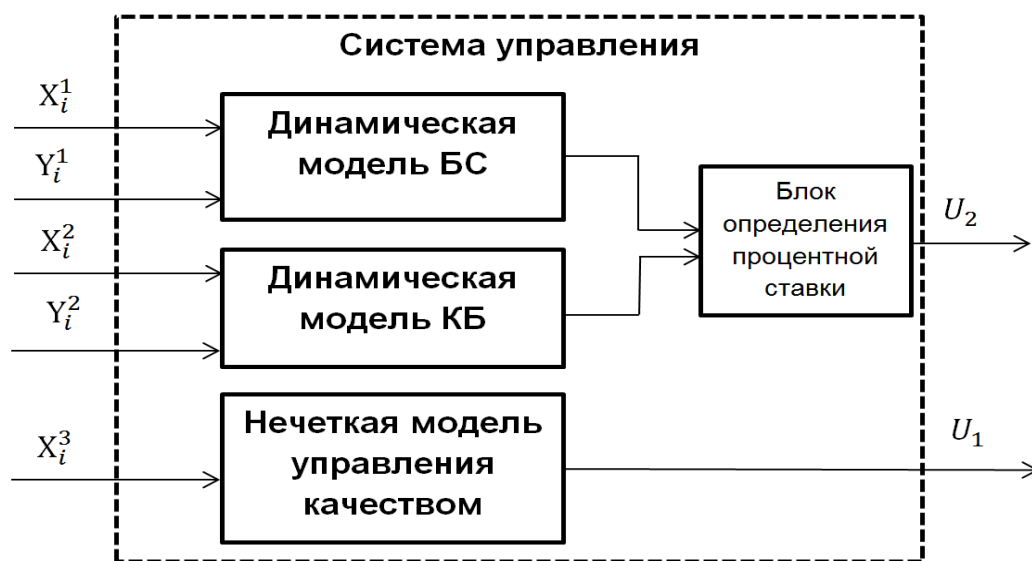
2 Построение схемы управления объектом исследования

На рисунке 1 представлена схема управления объектом исследования, на которой управляющее воздействие на банк оказывают показатель качества и процентная ставка, а на рисунке 2 показана декомпозиция системы управления, включающая динамическую модель развития банковской системы (БС), динамическую модель функционирования коммерческого банка (КБ), а также нечеткую модель управления качеством банковской деятельности.



X_i^1 – входные переменные макромоделей БС; X_i^2 – входные переменные микромоделей КБ; X_i^3 – входные переменные нечеткой модели управления качеством КБ; Y_i^1 – выходные переменные макромоделей БС; Y_i^2 – выходные переменные микромоделей КБ; U_1 – управляющий элемент – показатель качества банковской деятельности; U_2 – управляющий элемент – процентная ставка по кредитам

Рисунок 1 – Схема управления объектом исследования



Пояснения см. рисунок 1.

Рисунок 2 – Система управления банком

3 Разработка структуры интеллектуальной системы

На основе общих рекомендаций [1] разработаны следующие компоненты интеллектуальной системы поддержки принятия решения (ИСППР).

1) *Интерфейс пользователя* – предназначен для диалога с лицом, принимающим решение (ЛПР), как на этапе ввода информации, так и для вывода результатов. Интерфейс ИСППР для управления банковской деятельностью разработан с применением графических средств отображения и служит для отображения результатов применения моделей в виде графиков прогнозируемых показателей, функциональных зависимостей, а также расчетов финансовых показателей и их оценки в качестве критерия достижения поставленной цели.

2) *База данных* – предназначена для сохранения, управления, отображения и анализа данных. В системе используется два типа источников:

- внешние – официальные данные Национального банка Украины, Группы Всемирного банка (World Bank Group), Организации экономического сотрудничества и развития (Organisation for Economic Co-operation and Development);
- внутренние источники – данные, которые вводятся вручную пользователем, а именно – показатели деятельности конкретного коммерческого банка.

3) *База знаний* состоит из двух частей [2]:

- концептуальная модель – обобщенное описание предметной области, её состава и структуры;
- модель продукционных правил, в которой представлены знания о качественных показателях банковской деятельности.

4) *Блок моделирования* включает в себя следующие модели:

- модель развития банковской системы на макроуровне;
- модель деятельности коммерческого банка на микроуровне;
- нечеткую модель управления качественными показателями [3].

5) *Модуль обучения* – предназначен для адаптации моделей и алгоритмов системы к условиям конкретного коммерческого банка.

6) *Решатель задач* – блок, включающий в себя алгоритмы решения задач планирования, анализа, контроля и стратегического управления.

ИСППР является многофункциональной и динамической системой, которая направлена на решение следующих задач:

- *задачи планирования*: установление таких размеров процентной ставки и показателей качества банковских услуг, которые приведут к более эффективному использованию имеющихся финансовых ресурсов;
- *задачи анализа*: расчет основных показателей деятельности банка, исследование их динамики;
- *задачи контроля*: отслеживание состояния выполнения поставленных задач, выявления отклонений от цели и установления их причин;
- *задачи стратегического управления*: разработка и реализация действий, направленных на долгосрочное повышение уровня результативности деятельности на финансовом рынке;
- *задачи прогнозирования*: выявить тенденции развития коммерческого банка в существующей банковской среде и использовать полученный прогноз как средство совершенствования текущей деятельности.

Структурная схема ИСППР, отображающая взаимосвязи между указанными компонентами, приведена на рисунке 3.

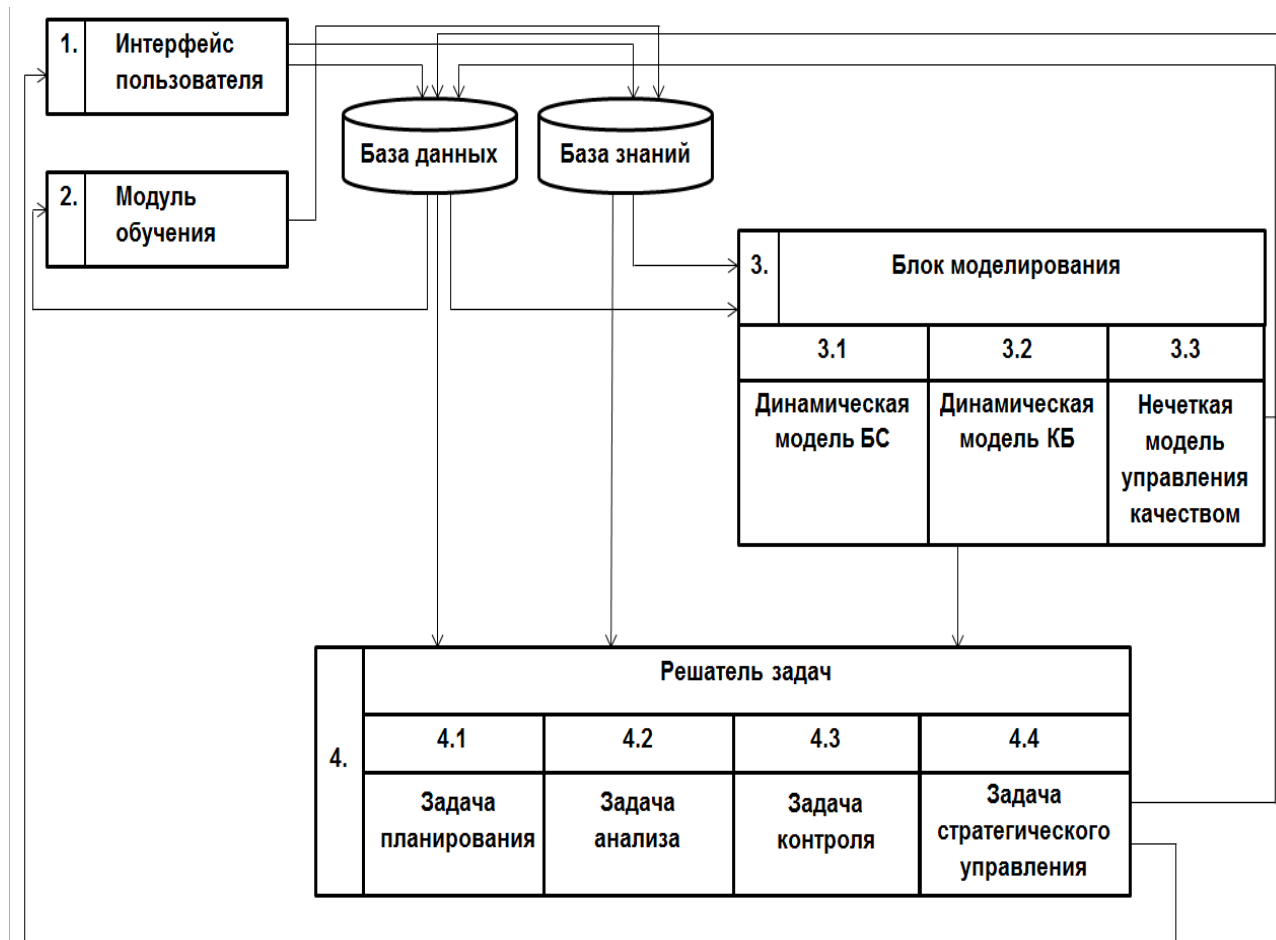


Рисунок 3 – Структура интеллектуальной системы банка

Интеллектуальная система является гибридной [4], так как для практической реализации задач используются следующие методы и подходы:

- методология системного анализа для формализации объекта исследования;
- процессный и функциональный подходы для исследования функционирования коммерческих банков;
- методология концептуального моделирования для выявления основных элементов модели управления и причинно-следственных связей между ними;
- методы статистического и регрессионного анализа для выявления нелинейных функциональных закономерностей банковского развития;
- методы и принципы системной динамики для построения математической модели функционирования банка на макро и микроуровнях;
- методы искусственного интеллекта для управления деятельностью с помощью нечеткой логики.

Заключение

Разработанная концепция системы интеллектуального управления банковской деятельностью позволяет оказывать управляющее воздействие на финансовые результаты банка с помощью показателя качества и процентной ставки, что позволяет численно оценить эффект от принятого решения при выборе направления развития банка.

Предлагаемая система интеллектуального управления банковской деятельностью отличается двухуровневой организацией: на макроуровне располагается системно-динамическая модель развития банковской системы, на микроуровне – динамическая модель функционирования коммерческого банка. Это позволяет учитывать и качественные, и количественные финансовые показатели при решении задач управления, анализа и прогнозирования деятельности банка.

Список источников

- [1] *Ситник, В. Ф.* Системи підтримки прийняття рішень. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.
 - [2] *Геловани, В. Л.* Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нестандартных ситуациях. – М.: Эдиториал URSS, 2001. – 304 с.
 - [3] *Замула, А. А.* Нечеткая модель управления качеством банковских услуг // Искусственный интеллект. 2012. № 2. – С. 89-94.
 - [4] *Игнатъева, А. В.* Исследование систем управления. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 157 с.
-

Сведения об авторе



Замула Алина Александровна, 1988 г. р., аспирант ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Украина. Область научных интересов: моделирование сложных систем, модели и алгоритмы интеллектуального управления организационными объектами, 15 публикаций.

Zamula Alina Alexandrovna, (b. 1988) post-graduate of Donetsk National Technical University. Research interests: modeling of complex systems, models and algorithms for intelligent control of organizational entities, 15 publications.

ABSTRACTS

N.M. Borgest

9-31

*Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University)
Institute for the control of complex systems RAS
borgest@yandex.ru*

KEYWORDS OF ONTOLOGY OF DESIGNING: REVIEW, ANALYSIS, GENERALIZATION

The proposed article is an invitation to a discussion of the conceptual framework of the emerging area of research. Article complements the previous article by the author of «the Scientific basis of ontology of designing» in the magazine «Ontology of designing» (№1(7), 2013). Article continues the study of the conceptual apparatus, on the basis of which attempt to define the area of research, the circle of basic concepts and to justify the key terms of the ontology of designing. The author hopes that the formation of the future «common» language for designer on the basis of the developed thesaurus enables and facilitates the penetration of the results and achievements of the project activities in different subject areas.

Key words: *ontology, design, thesaurus, terms, concepts, words, meaning.*

Yu.I. Nechaev

32-40

*St.-Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics
nechaev@mail.ifmo.ru*

ONTOLOGY OF PHYSICAL AND PHILOSOPHIC ASPECTS OF MODERN CATASTROPHE THEORY IN INTELLIGENT TECNOLOGIES OF XXI CENTURY

The formalized model of complex ontology of the modern catastrophe theory is considered on the basis of intelligence technologies of XXI of century. The basic attention addresses on realization of physical and philosophical aspects of this theory within the framework of complex ontology of processing of the information in multiprocessor computing environment. The developed of ontology model takes into account expansion of functionalities of dynamic model catastrophe at interpretation of complex physical processes with use of intelligence technologies. The directions of the practical application of ontological knowledge are specified at realization of the concept of representation and processing of the information in tasks of the control of extreme situations in complex dynamic environment. Clause represents the reduced variant of research submitted by the author on the «World Forum-2013» in USA.

Key words: *ontology, modern of catastrophe theory, physical and philosophic aspects, intelligence technologies, high-performance computing, emergency situation, complex dynamic environment.*

V.I. Levin

41-52

*Penza State Technological University
vilevin@mail.ru*

OPTIMAL DESIGN IN CONDITION OF UNCERTAINTY DETERMINIZATION METHOD

The existing approaches to the optimization of systems (optimal design) in the face of uncertainty are considered. The exact formulation of the problem of constrained optimization in the case of interval uncertainty of parameters of the objective function and constraints is given. In this regard the mathematical theory of interval comparison, including the precise definition of the minimum and maximum intervals. On the base of it the method of determinization is formulated and proved. This method allows to solve the problem by reduction of problem to the two completely define optimization problems of the same type

Key words: *optimal design, constrained optimization, uncertainty, interval mathematics, optimization with interval indeterminacy, the method of determinization.*

A.S. Kleshev¹, M.Y. Chernyakhovskaya², E.A. Shalfeeva³

53-69

*The Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS, Vladivostok
¹kleshev@iacp.dvo.ru, ²chernyah@iacp.dvo.ru, ³shalf@iacp.dvo.ru*

THE PARADIGM OF AN INTELLECTUAL PROFESSIONAL ACTIVITY AUTOMATION. PART 1. THE FEATURES OF AN INTELLECTUAL PROFESSIONAL ACTIVITY

This article is devoted to analysis of day-to-day intellectual activity's organization and control of its quality. Such control is aimed at control of reached decisions, at perfection of used knowledge, at training of new specialists. The outlines of necessary automation for support of decision-making, support on quality management of knowledge bases, support of training to decision-making are offer submitted. This article is the first of the cycle of articles, aimed at search of ways of overcoming of problems with practical use of intellectual program systems. To illustrate of the features of an intellectual activity and its automation the medicine is considered here.

Key words: *cognition, decision support, quality of knowledge, the right knowledge, the accuracy of knowledge, evaluation of the knowledge base, knowledge management.*

S.I. Rodzin, L.S. Rodzina

70-81

*Southern Federal University, Taganrog
srodzint@yandex.ru , raisin25@yandex.ru*

MOBILE LEARNING SYSTEMS AND ONTOLOGY

The paper proposes a scenario model of learning and the open architecture of context-based mobile learning system. Developed structure of a content management system is based on semantic web. The structure of the content management system contains four main elements: the ontology metadata, ontologies particular domain, which describes the structure of indexing resources, and, finally, models of training scenarios and adaptive selection of learning resources. The model based on probabilistic automata is proposed for building a content management system. Context-sensitive learning system should be able to personalize the best learning style. For this purpose we propose to use the apparatus of Bayesian networks and evolutionary computation.

Key words: *mobile learning, context-aware system, content management, ontology, probabilistic automaton, script learning, Bayesian network.*

A.A. Sharipbayev, A.S. Omarbekova, A.B. Barlybayev

82-86

*L.N. Gumilyov Eurasian University, Astana, Republic of Kazakhstan
sharalt@mail.ru, omarbekova@mail.ru, frank-ab@mail.ru*

SEMANTIC MODEL OF AN INTELLECTUAL E-UNIVERSITY

The paper presents the approach to the construction of intellectual electronic university. As an information model of portal used ontology. Knowledge is one of the most important resources for the higher education institutions. Knowledge, intellectual capital and intellectual property are growing recognition as a new source of development. In connection with this innovative universities seek to effectively manage, control of their knowledge. The objective of this paper is to construct a semantic model of intellectual electronic university in the form of ontology. Intellectual electronic university (the IEU) - a software package to automate the training and control of knowledge in credit system through a global network based on artificial intelligence methods. Information base of IEU are – ontology, conceptual model, which helps in the formalization of a field of knowledge. Problems of the development of intellectual electronic university are being opened, stage of construct ontology of the e-university.

Key words: *Intellectual electronic university, knowledge representation, ontology.*

A.A. Zamula

87-93

*Donetsk National Technical University, Ukraine
zamula.alina@gmail.com*

THE BANKING ACTIVITIES CONTROL SYSTEM WITH USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

The system of banking management as a complex system with usage of artificial intelligence tools is developed, banking processes using the theory of sets are formalized, a scheme of bank management including control elements such as interest rate and index of banking quality is constructed, the intellectual structure of decision support system that will allow enhance decision-making when choosing the direction of the bank is formed.

Key words: *control system, a bank, knowledge base, modeling, artificial intelligence.*

**СОВМЕСТНОЕ РЕШЕНИЕ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»**

23 – 27 сентября 2013 г., пос. Кацивели, АР Крым, Украина

(печатается в сокращении)

Международная научно-техническая конференция «Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы» (ИИ-2013) была организована по инициативе Института проблем искусственного интеллекта НАН Украины и Министерства образования и науки (МОН) Украины, Института информатики и искусственного интеллекта МОН Украины, Института кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины, Южного федерального университета, Белорусского государственного университета (БГУ), НИИ прикладных проблем математики и информатики БГУ при поддержке МОН Украины, Отделения информатики НАН Украины, МОН России, НАН Беларуси, Министерства образования Республики Беларусь, Экспериментального отделения Морского гидрофизического института НАН Украины, журнала «Искусственный интеллект».

На конференции присутствовало 87 ученых, специалистов, аспирантов и студентов, представляющих 27 научных учреждений, высших учебных заведений и промышленных организаций из 19 городов Украины, России, Беларуси, Казахстана, США и других стран, в том числе 1 академик и 1 член-корреспондент, 16 докторов наук, 33 кандидата наук, а также более 20 аспирантов, магистрантов и студентов. На конференцию был представлен 191 доклад. На секционных заседаниях конференции было заслушано 59 докладов.

Работа конференции проходила по следующим научным направлениям.

- Концептуальные проблемы создания систем искусственного интеллекта.
- Алгоритмическое и программное обеспечение параллельных вычислительных интеллектуальных систем.
- Анализ и синтез коммуникационной информации.
- Интеллектуальные системы планирования, управления, моделирования и принятия решений.
- Интеллектуальные робототехнические системы.
- Обучающие и экспертные системы.
- Нейронные сети и нейросетевые технологии. Информационная безопасность информационных систем.

Участниками конференции было отмечено следующее:

1. Исследования и разработки в области перспективных информационно-компьютерных технологий и систем искусственного интеллекта являются весьма актуальными и в большой мере определяют основные направления развития современного мирового научно-технического прогресса.

2. В Украине, Российской Федерации и Беларуси накоплен большой опыт и выполнен значительный объем фундаментальных и прикладных исследований в области создания систем искусственного интеллекта различного назначения; сверхпроизводительных вычислительных и управляющих систем; нейросетевых технологий; цифровой обработки сигналов и изображений, распознавания смыслов, речи и образов; разработки и создания самообучающихся и обучаемых информационно-управляющих систем; создания робототехнических систем. Также имеется достаточное количество высококвалифицированных кадров, обладающих большим научным потенциалом, что позволяет создавать новые робототехнические системы, системы искусственного интеллекта, соответствующие современному уровню передовых западных разработок, а по ряду параметров превышающие их.

3. Опыт междисциплинарного подхода при проведении совместной конференции показал высокую эффективность работы. Проведение конференции по рассмотренным направлениям позволило значительно повысить уровень достигнутых научных результатов, привело к генерации новых идей и созданию новых совместных проектов.

Участники конференции приняли решение:

1. Продолжать исследования в области проблем искусственного интеллекта, высокопроизводительных вычислительных и управляющих систем, робототехнических систем, систем искусственного интеллекта, интеллектуальных систем, а также регулярно обмениваться приобретенным опытом на совместных конференциях, симпозиумах, семинарах.

2. Программным и организационным комитетам следующих международных научно-технических конференций по рассмотренным направлениям продолжить работу по привлечению к участию в организации конференций предприятий и фирм, активно работающих в области информационно-компьютерных технологий и систем искусственного интеллекта.

3. Считать исследования в области информатики и искусственного интеллекта одними из приоритетных и актуальных. Особое внимание уделять фундаментальным и междисциплинарным исследованиям, в частности, реализации мозгоподобных технологий.

4. Следующую международную научно-техническую конференцию «Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы» (ИИ-2014) провести в Украине, пос. Кацивели, АР Крым, осенью 2014 года.

5. Разместить информацию о результатах конференции ИИ-2013 в ведущих научных изданиях и средствах массовой информации.

ONTOPLM WORKSHOP

1st International Workshop on Semantic Web Technologies
for PLM (OntoPLM)

November 24 to 30, 2013, Mexico City, Mexico

OntoPLM is a workshop hosted within the **12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence** to be held in Mexico City



The main goal of the workshop attends the enormous need of enabling semantic interoperability within the different stages of the Product Lifecycle Management process. The amount of knowledge and information generated and consumed is vast but most of the times it's hard to use it due to the lack of meaning and expertise of the stakeholders that consume such data.

Important Dates

Abstract Registration: Extended Deadline:	October 15
Paper submission: Extended Deadline:	November 5
Notification of acceptance:	November 15
Camera-ready version:	November 24
Registration deadline:	November 24
Workshop:	November 26
MICAI Conference:	November 27 — 30

Topics

- How can Semantic Web support the development of new products?
- CAD ontologies? Are they needed? Would they be useful?
- Do we need one enterprise ontology, or a modular enterprise ontology?
- Can OWL be used to represent processes in the manufacturing domain?
- Knowledge management to manage the manufacturing “Know how”.
- How can the versioning of products be managed? Would an ontology help? How?
- How can raw materials be semantically described?
- How can tagging techniques be applied within the PLM domain?

Description

Product Life cycle Management (PLM) aims at effectively managing all the data and information in a company for a product (or product portfolio) throughout its lifespan (from its conception throughout its development until its retirement and eventual disposal).

The main goal of PLM is to bring together all the information and data available for a product (or product portfolio) and create an information backbone accessible for everyone within the company as well as with outside organizations such as suppliers, partners, and even customers.

The core of PLM is the creation, preservation and storage of all data and information that is related to a company's products (and all related processes as well), in order to ensure its fast and reliable sharing, discovery, distribution, refinement, and reutilization for all stakeholders.

The scope of PLM can be divided into three main phases:

- Beginning of Life (BOL)** starts by translating an idea into a product's detailed description until it's final form. The key stages of this phase are Design and Manufacturing.
- Middle of Life (MOL)** contemplates the product's distribution (Logistics), use (by the final consumer) and support (maintenance).
- End of Life (EOL)** covers all related stages with retiring the product from the market in order to be recycled or disposed.

The information generated from each phase is heavily heterogeneous since it's generated from various sources and includes: Computer Aided Designs, Bills of Materials (BOM), simulation results, engineering requirements, quality standards, manufacturing process information, and so forth.

The worst problems at a practical level, usually are a result from the different operation modes that occur between information systems (ERP, CRM, MRP,PDM) as well as the wide spectrum of different software options used by companies to produce the above mentioned information (CAD, CAM, CAPP, ECAD,etc). Additionally, complications are due to the numerous interfaces between different information processing systems and their associated file formats...

<http://www.micai.org/2013/>

<http://ontoplm.wordpress.com/>



OSTIS-2014

**IV Международная научно-техническая конференция
«Открытые семантические технологии
проектирования интеллектуальных систем»
Open Semantic Technologies for Intelligent Systems
20 – 22 февраля 2014 г. Минск. Республика Беларусь**

ОСНОВНЫЕ ОРГАНИЗАТОРЫ

- Российская ассоциация искусственного интеллекта (РАИИ)
- Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР)
- Государственное учреждение «Администрация Парка высоких технологий» (Республика Беларусь)
- Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси (ОИПИ НАН Беларуси)
- Тверской государственный технический университет
- Научно-исследовательский институт «Прикладная семиотика» АН Татарстана

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Боргест Н.М., к.т.н., доц., РФ
Борисов А.Н., д.т.н., проф., Латвия
Гаврилова Т.А., д.т.н., проф., РФ
Глоба Л.С., д.т.н., проф., Украина
Голенков В.В., д.т.н., проф., РБ
Головко В.А., д.т.н., проф., РБ
Гордей А.Н., д.фил.н., проф., РБ
Грибова В.В., д.т.н., РФ
Гулякина Н.А., к.ф.-м.н., доц., РБ
Еремеев А.П., д.т.н., проф., РФ
Ефименко И.В., к. фил. н., РФ
Заболеева-Зотова А.В., д.т.н., РФ
Загорюлько Ю.А., к.т.н., доц., РФ
Клещев А.С., д.т.н., проф., РФ
Кобринский Б.А., д.мед.н., РФ
Козлов О.А., д.п.н., проф., РФ
Комарцова Л.Г., д.т.н., РФ
Кузнецов О.П., д.т.н., проф., РФ
Курейчик В.М., д.т.н., проф., РФ
Ландэ Д.В., д.т.н., Украина
Лобанов Б.М., д.т.н., проф., РБ
Массель Л.В., д.т.н., проф., РФ

Найденова К.А., к.т.н., РФ
Невзорова О.А., к.т.н., доцент, РФ
Осипов Г.С., д.ф.-м.н., проф., РФ
Палюх Б.В., д.т.н., проф., РФ
Петровский А.А., д.т.н., проф., РБ
Плесневич Г.С., к.ф.-м.н., РФ
Родченко В.Г., к.т.н., доц., РБ
Рычкова Л.В., к.фил.н., доц., РБ
Смирнов С.В., д.т.н., проф., РФ
Соловьёв С.Ю., д.ф.-м.н., проф., РФ
Соснин П.И., д.т.н., проф., РФ
Стефанюк В.Л., д.т.н., проф., РФ
Сулейманов Д.Ш., академик АН Татарстана, РФ
Тарасов В.Б., к.т.н., доц., РФ
Тельнов Ю.Ф., д.э.н., проф., РФ
Тузиков А.В., д.ф.-м.н., проф., РБ
Харламов А.А., д.т.н., РФ
Хорошевский В.Ф., д.т.н., проф., РФ
Чернявский А.Ф., академик НАН Беларуси
Шарипбаев А.А., д.т.н., проф., Казахстан
Щербак С.С., к.т.н., доц., Украина

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ:

- Принципы, лежащие в основе семантического представления знаний, и их унификация. Типология знаний и особенности семантического представления различного вида знаний и метазнаний. Связи между знаниями и отношения, заданные на множестве знаний. Семантическая структура глобальной базы знаний, интегрирующей различные накапливаемые знания.
- Языки программирования, ориентированные на параллельную обработку семантического представления баз знаний.
- Модели решения задач, в основе которых лежит обработка знаний, осуществляемая непосредственно на уровне семантического представления обрабатываемых знаний. Семантические модели информационного поиска, интеграции знаний, анализа корректности и качества баз знаний, сборки информационного мусора, оптимизации баз знаний, дедуктивного и индуктивного вывода в базах знаний, правдоподобных рассуждений, распознавания образов, интеллектуального управления. Интеграция различных моделей решения задач.

- Семантические модели восприятия информации о внешней среде и отображения этой информации в базу знаний.
- Семантические модели мультимодальных пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем, в основе которых лежит семантическое представление используемых ими знаний, и унификация этих моделей.
- Семантические модели естественно-языковых пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем. Структура семантического представления лингвистических баз знаний, описывающих естественные языки и обеспечивающих решение задач понимания естественно-языковых текстов и речевых сообщений, а также задач синтеза естественно-языковых текстов и речевых сообщений, семантически эквивалентных заданным фрагментам баз знаний.
- Интегрированные комплексные логико-семантические модели интеллектуальных систем, основанные на семантическом представлении знаний, и их унификация.
- Различные технические платформы и варианты реализации интерпретаторов унифицированных логико-семантических моделей интеллектуальных систем, основанных на семантическом представлении знаний.
- Средства и методы, основанные на семантическом представлении знаний и ориентированные на проектирование различных типовых компонентов интеллектуальных систем (баз знаний, программ, решателей задач, интерфейсов).
- Средства и методы, основанные на семантическом представлении знаний и ориентированные на комплексное проектирование различных классов интеллектуальных систем (интеллектуальных справочных систем, интеллектуальных обучающих систем, интеллектуальных систем управления, интеллектуальных робототехнических систем, интеллектуальных систем поддержки проектирования и др.).
- Прикладные интеллектуальные системы, основанные на семантическом представлении используемых ими знаний.

КЛЮЧЕВЫЕ ДАТЫ

- 1 декабря 2013г.** – крайний срок получения материалов для участия в конференции Оргкомитетом
- 10 января 2014г.** – рассылка приглашений для участия в конференции и сообщение о включении статьи в Сборник материалов конференции OSTIS
- 1 февраля 2014г.** – размещение на сайте конференции <http://conf.ostis.net/index.php?title=OSTIS-2014> проекта программы конференции
- 12 февраля 2014г.** – размещение на сайте конференции <http://conf.ostis.net/index.php?title=OSTIS-2014> Сборника материалов и Программы конференции OSTIS-2014
- 20 февраля 2014г.** – регистрация участников и открытие конференции OSTIS-2014
- 21 февраля 2014г.** – работа секций и проведение Конкурса студенческих проектов интеллектуальных систем в рамках конференции
- 22 февраля 2014г.** – работа секций; подведение итогов работы конференции, а также награждение за лучшие доклады молодых ученых и призеров и победителей по итогам Конкурса студенческих проектов интеллектуальных систем
- 25 февраля 2014г.** – публикация фоторепортажа и отчёта о проведённой конференции на сайте конференции: <http://conf.ostis.net/index.php?title=OSTIS-2014>

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ ОРГАНИЗАТОРОВ

Вся необходимая информация по предстоящей и предыдущих конференциях OSTIS находится на сайте конференции <http://conf.ostis.net>.

Материалы для участия в конференции представляются в Оргкомитет конференции по электронной почте ostisconf@gmail.com.

Методическая и консультативная помощь участникам конференции осуществляется только через электронную почту конференции.

Конференция проходит в Республике Беларусь, г. Минск, ул. Платонова, 39 (5-ый учебный корпус Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники).



8th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2014)

September, 22-25, 2014 in Rio de Janeiro, Brazil
<http://fois2014.inf.ufes.br/p/home.html>

Definition and Scope

Ontology, originally a fundamental part of philosophical enquiry, is concerned with the analysis and categorization of what exists. In recent years, however, a complementary focus of ontological inquiry gained significant momentum fueled by the advent of complex information systems which rely on robust and coherent, formal representations of their subject matter. The systematic study of such representations, their axiomatics, their corresponding reasoning techniques and their relations to cognition and reality, are at the center of the modern discipline of formal ontology.

Formal ontology in this modern sense is now a research focus in such diverse domains as conceptual modeling, database design, software engineering, artificial intelligence, computational linguistics, the life sciences, bioinformatics, geographic information science, knowledge engineering, information retrieval, and the Semantic Web. Researchers in all these areas increasingly recognize the need for serious engagement with ontology to provide a foundation for their work, where ontology is understood as a general theory of the types of entities and relations making up their respective domains of enquiry.

The FOIS conference is designed to provide a meeting point for researchers from all disciplines with an interest in formal ontology. The conference encourages submission of high quality articles on both theoretical issues and concrete applications. As in previous years, FOIS 2014 is intended as a nexus of interdisciplinary research and communication.

FOIS is the flagship conference of the International Association for Ontology and its Applications (IAOA, website: <http://iaoa.org/>), which is a non-profit organization the purpose of which is to promote interdisciplinary research and international collaboration at the intersection of philosophical ontology, linguistics, logic, cognitive science, and computer science, as well as in the applications of ontological analysis to conceptual modeling, knowledge engineering, knowledge management, information-systems development, library and information science, scientific research, and semantic technologies in general.

Scope - Topics of Interest

We seek high-quality papers on a wide range of topics. Concerning scope, an ideal FOIS paper will address both content-related ontological issues and their formal modeling, as well as their impact and relevance for some aspects of information systems. Areas of particular interest to the conference include the following:

Foundational Issues: Kinds of entities, Formal relations, Vagueness and granularity, Space, time, and change

Methodological issues: Role of reference ontologies, Top-level vs. domain-specific ontologies, Relationship with cognition, language and semantics, Formal comparison among ontologies, Ontology integration and alignment

Domain-specific ontologies: Ontology of physical reality, biological reality, mental reality and agency, artifacts, functions and roles, social reality

Applications: Ontology-driven information systems design, Ontological foundations for conceptual modeling, Knowledge management, Qualitative modeling, Computational linguistics, Information retrieval, Semantic Web, Web services, Business modeling, Ontologies for particular scientific disciplines, Ontologies for engineering: shape, form and function, artifacts, manufacturing, design, architecture, etc.

Important Dates

December 1, 2013: Workshop proposals

January 14, 2014: Workshops notification

March 3, 2014: Research and challenge papers submissions

March 10, 2014: Challenge ontology contributions

May 5, 2014: Paper and challenge notification

May 22, 2014: Workshop papers submissions

June 30, 2014: Camera-ready papers

Sept 22-25, 2014: FOIS conference (all events)



Organized by The International Association
for Ontology and its Applications (IAOA)



Smart Solutions
Living schedules - easy as 1-2-3

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ
«РАЗУМНЫЕ РЕШЕНИЯ»

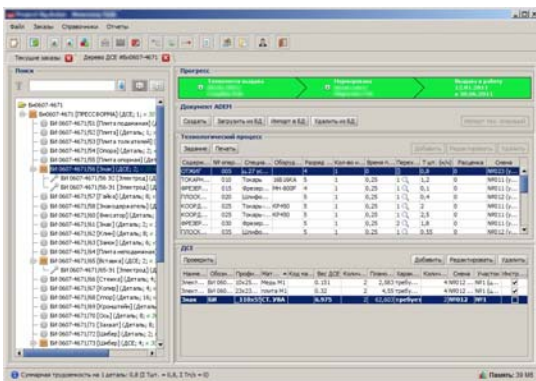
<http://www.smartsolutions-123.ru/>

Новейшая разработка компании

Интеллектуальная система **Smart Factory** для оперативного управления ресурсами производственного цеха в реальном времени

НАЗНАЧЕНИЕ

Интеллектуальная система предназначена для повышения эффективности использования ресурсов цехов предприятия за счет применения оперативного гибкого планирования людских и материальных ресурсов цехов в реальном времени.



ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Интеллектуальная система может применяться для цехов механосборочных производств, которые характеризуются сложностью и динамикой происходящих процессов, а также неопределенностью спроса и предложения. В особенности, если требуется учитывать различные взаимосвязи операций, обеспечивать индивидуальный подход к каждому выпускаемому изделию, поддерживать частую смену номенклатуры выпускаемых изделий, производить небольшие серии разных изделий, учитывать разнообразную квалификацию мастеров и рабочих, постоянно реагировать на непредвиденные события.

МЕТОД АДАПТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

В отличие от традиционных систем управления ресурсами предприятий, работающих преимущественно в пакетном режиме, предлагаемая система постоянно работает в реальном времени, адаптивно перестраивая план под действием любых заданных событий во внешнем мире на основе мультиагентных технологий. Для этого система устанавливается и запускается на сервере заказчика и работает непрерывно, не останавливаясь, в режиме реального времени реагируя на заказы и другие события, вводимые оператором или приходящие из других систем.

При этом система постоянно стремится как оперативно реагировать на события, так и улучшать создаваемые планы операций. В результате план работы цеха строится не путем классического комбинаторного перебора, а как баланс интересов всех участников. Автоматизация такого подхода позволяет оперативно реагировать на события, минимизировать ручные изменения и учитывать динамично изменяющуюся ситуацию, специфику заказов, особенности имеющихся

станков и рабочих и многие другие факторы. Кроме того, в любой момент времени пользователь может вмешаться и интерактивно доработать план, сдвинуть операции по drag&drop, удалить или добавить операции, пометить выполненные операции и план будет автоматически доработан.

*Главный конструктор НПК «Разумные решения»
Скобелев П.О., д.т.н., профессор ПГУТИ*

Рекомендуемые издания 2013 года по тематике журнала

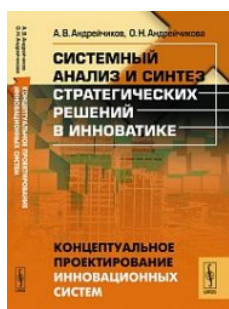


Паклин Н.Б., Орешков В.И.

Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+CD).

Учебное пособие. 2-е изд. испр. - СПб.: Питер, 2013. - 704 с.

Книга представляет собой руководство для профессиональных бизнес-аналитиков, занимающихся внедрением корпоративных аналитических систем. В теоретической части последовательно освещаются современные технологии сбора и анализа структурированной информации: хранилища данных, ETL, OLAP, Data Mining, Knowledge Discovery in Databases. В практической части приводятся примеры решения бизнес-задач на аналитической платформе Deductor Academic. В издание включены разделы по последовательным шаблонам, байесовскому классификатору, обучению в условиях несбалансированности классов, расширена практическая часть. Для специалистов в области анализа данных, студентов и аспирантов.



Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.

Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Концептуальное проектирование инновационных систем.

Учебное пособие. - М: ЛЕНАНД, 2013. – 432 с.

В книге рассмотрены подходы, методы и компьютерные средства для решения задач концептуального проектирования технических инноваций и инновационных организаций. Использование системного подхода на начальных стадиях создания новой техники и технологий позволяет проектировать стратегические инновации, внедрение которых носит упреждающий характер, обеспечивая получение конкурентных преимуществ в перспективе. Рассмотренные методы концептуального проектирования инноваций отражают две парадигмы системного анализа: редукционизм, основанный на попытках познания системы путем разложения ее на части и исследования этих частей, и холизм, предполагающий проведение исследования системы, объясняя взаимодействие ее элементов и функций с точки зрения отношений с окружающей средой.



Сложеникина Ю.В. Основы терминологии:

Лингвистические аспекты теории термина.

М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 120 с.

В книге предлагается научно обоснованная классификация профессиональных единиц, представлены критерии исследования отдельных терминов и целых терминологических систем, основные модели терминологической номинации. Рассматриваются системные отношения гипонимии, синонимии, антонимии и многозначности терминов, а также внесистемные отношения омонимии. Предметом лингвистического анализа становятся факты изменения специальных слов в аспекте плана выражения и плана содержания. Излагается современная теория вариантности терминов, с позиций когнитивной лингвистики определяются этапы терминопорождения, описывается алгоритм работы с термином в процессе обучения. Теория термина поможет читателям осмыслить научно-техническую лексику в системе, во взаимосвязи с другими единицами словарного состава, в статике и динамике.



Суперанская А.В., Подольская Н.В., Васильева Н.В.

Общая терминология: Терминологическая деятельность.

Изд. 4. М.: Изд-во ЛКИ, 2013. - 288 с.

В предлагаемой читателю книге показаны истоки терминологии отдельных отраслей и формирование общей теории терминологии как особой научной дисциплины; говорится об обучении терминологов, о методах и приемах современной терминологической работы. Книга будет интересна терминологам, специалистам по общему языкознанию, логике, философии, а также отраслевым специалистам, пользующимся существующими терминами и создающим новые.

Индекс 29151

ПОДПИСКА НА 2013 ГОД ПРОДОЛЖАЕТСЯ

С 2013 года на сайте журнала в разделе *Архив* доступны лишь титульные части статей, опубликованных в журнале после 2012 года. Полностью выпуски журнала становятся доступными в разделе *Архив* спустя год после их выхода.

Для читателей, заинтересованных в получении печатного варианта журнала, предлагается осуществить подписку на журнал. Стоимость подписки одного комплекта журнала (4 номера) на 2013 год - 2000 рублей (НДС не облагается). Подробности на сайте журнала в разделе *Подписка*.

Публикация принятых редколлегией статей в журнале БЕСПЛАТНА!
Все статьи рецензируются. Порядок публикации определяет редакция.

География распространения журнала постоянно расширяется: от Владивостока и Иркутска до Минска и Лондона, от Ростова-на-Дону и Киева до Казани и Новосибирска.

Мы особенно благодарны нашим первым подписчикам из Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга и Омска, Саратова и Самары, Набережных Челнов, Пензы, Апатитов и других мест, в которых ждут наш журнал.

Спасибо за поддержку, коллеги!

*Онтологи и проектанты всех стран и предметных областей,
присоединяйтесь!*



Издательство «Новая техника»
443010, Самара, ул.Фрунзе, 145