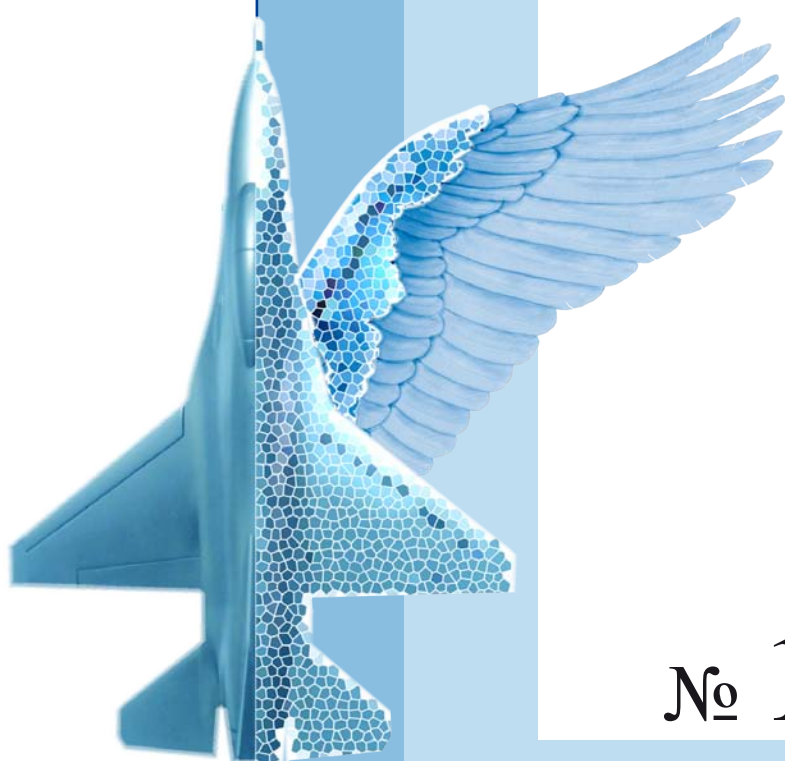


ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

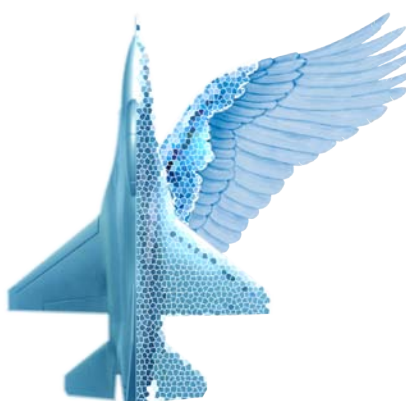


№ 1(7)/2013

ОНТОЛОГИЯ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Научный журнал

№ 1(7)



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
 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, проф., 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
 Федунов Борис Евгеньевич, д.т.н., профессор, ГосНИИ Авиационных систем, г. Москва
 Шарипбаев Алтынбек, д.т.н., профессор, академик МАИ, Ин-т ИИ, 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
Секретарь	Климакова Е.А.	ИПУСС РАН
Технический редактор	Шустова Д.В.	СГАУ
Корректор 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/

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 30.04.2013. Тираж 300 экз. © Издательство “Новая техника”, 2011, 2012, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции	
В тени учеников о цели бытия	5
Боргест Н.М.	7
НАУЧНЫЙ БАЗИС ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Бухановский А.В., Васильев В.Н., Нечаев Ю.И.	26
ОНТОЛОГИЯ ЦЕНТРОВ КОМПЕТЕНЦИИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ «ОБЛАЧНОЙ» МОДЕЛИ	
Гладун А.Я. , Рогущина Ю.В.	35
РЕПОЗИТОРИИ ОНТОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ	
Вятчин Д.А.	51
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АБСТРАКЦИЯ	
Пиявский С.А.	65
ДВА НОВЫХ ПОНЯТИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ В ОНТОЛОГИИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	
Белобок А.Я., Лихтциндер Б.Я.	86
КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАЗРЕШЕНИЯ КОРПОРАТИВНОГО КОНФЛИКТА ИНТЕРЕСОВ АКЦИОНЕРОВ И МЕНЕДЖМЕНТА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КОРПОРАЦИИ В ПАРТНЕРСТВО НА ОТНОШЕНИЯХ АРЕНДЫ	
ABSTRACTS	100
НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ в 2013 году	102
XIII-я Международная конференция ИАИ-2013	
XV-я Международная конференция ПУМСС-2013	
XVIII Байкальская Всероссийская конференция ИиМТНиУ-2013	
Международная конференция KESW-2013	
Научный семинар “Онтология проектирования”	
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИЗДАНИЯ	108

CONTENT

From the Editors	
In the shadow of the disciples about the destination of being	5
N.M. Borgest	7
SCIENTIFIC BASIS FOR THE ONTOLOGY OF DESIGNING	
A.V. Boukhanovsky, V.N. Vasilev, Yu.I. Nechaev	26
ONTOLOGY OF COMPETENCE CENTERS ON THE BASIS OF MODERN CATASTROPHE THEORY IN INTELLIGENT ENVIRONMENT OF THE «CLOUD» MODEL	
A.Y. Gladun, J.V. Rogushina	35
ONTOLOGY REPOSITORY AS MEANS OF A REUSE OF SEMANTIC KNOWLEDGE FOR RECOGNITION OF INFORMATION OBJECTS	
D.A. Viattchenin	51
MODELING AND ABSTRACTION	
S.A. Piyavsky	65
TWO NEW UPPER LEVEL CONCEPTS FOR THE MULTI-CRITERIA OPTIMISATION ONTOLOGY	
A.Ya. Belobokov, B.Ya. Lichtcinder	86
THE CONCEPTUAL MODEL FOR MITIGATION OF THE CORPORATE CONFLICTS OF INTERESTS BETWEEN SHAREHOLDERS AND MANAGEMENT: TRANSFORMATION OF CORPORATION INTO PARTNERSHIP, BASED ON LEASE RELATIONSHIP	
ABSTRACTS	100
SCIENTIFIC CONFERENCES - 2013	102
XIII International conference IAI-2013	
XV International conference PC&MCS-2013	
XVIII International conference I&MTS&C-2013	
International conference KESW-2013	
Scientific seminar “Ontology of Designing”	
RECOMMENDED BOOKS	108



Какое счастье для отцов -
Услада старости и горя
Увидеть в детях мудрецов,
В тени прохладной слушать море...

Н. Боргест

Дорогой наш читатель, уважаемые авторы и члены редакционной коллегии!

Сегодняшнее обращение посвящено **Левкиппу** (греч. Λεβκίππος, 500-440 гг. до н.э.) философу-материалисту, одному из создателей древней атомистики. О жизни Левкиппа информация сохранилась очень скудная и противоречивая. Известно лишь, что он был современником уже упомянутых нами ранее в предыдущих обращениях Парменида, Зенона, что его учеником был Демокрит, фигура которого полностью заслонила самого учителя¹. Труды Левкиппа не сохранились, но в трудах иных философов есть упоминания о его сочинениях «Великий диакосмос» и «Об уме».

Заново переосмысливая мировоззренческие идеи Левкиппа, его мыслительные модели мироздания и космообразования, в который раз приходится удивляться глубине проникновения разума в тайны природы бытия. Используя лишь свой чувственный аппарат, не обладая практически никаким инструментарием, кроме врожденной интуиции и мирского опыта, не отягощенного технологическими изысками, ему удавалось строить общие модели бытия, формулировать принципы мироустройства. Философия Левкиппа впервые объединяет понятие «бытие» совместно с понятием «первоэлемент» в понятие «атом» - неделимую частицу, которая движется в пустоте.

Чего стоят только детали космогонической концепции Левкиппа в устах Диогена. «Носясь в пустоте, бесчисленные множества атомов порождают вихри, из которых возникают миры. Каждый вихрь окружает себя как бы оболочкой, препятствующей отдельным атомам вырваться наружу. Кружась в таком вихре, атомы разделяются по принципу «подобное стремится к подобному»: более крупные из них собираются в середине и образуют плоскую Землю, более мелкие устремляются к периферии. Некоторые скопления атомов воспламеняются из-за скорости движения — так возникают видимые нами небесные светила. Процесс космообразования, как и всё, что совершается в мире, закономерен и подчинён необходимости»².

Левкипп утверждал, что в основе Вселенной лежит «бесконечное число всегда движущихся элементов и бесконечное множество форм их...»³ и что все существующее совершается в силу естественной необходимости, определяемой им как причинность. Так, в сочинении «Об уме» Левкипп говорил: «Ни одна вещь не возникает беспричинно, но все возникает на каком-нибудь основании и в силу необходимости»³...

Бертран Рассел в «Истории западной философии»⁴ утверждал, что «атомизм основали два человека - Левкипп и Демокрит. Их трудно разделить, потому что они обыкновенно упоминаются совместно и, вероятно, некоторые из работ Левкиппа были впоследствии приписаны Демокриту».

Точка зрения Левкиппа и Демокрита удивительно похожа на точку зрения современной науки. Философы полагали, что все состоит из атомов, неделимых физически, но не геомет-

¹ Маковельский А.О., Древнегреческие атомисты, Баку, 1946.

² Философский энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия. Гл. редакция: Л.Ф. Ильичёв, П.Н. Федосеев, С.М. Ковалёв, В.Г. Панов. 1983.

³ Философская энциклопедия. В 5-ти т. - М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Ф.В. Константинова. 1960-1970.

⁴ Рассел Б. История западной философии. - <http://philosophy.ru/library/russell/01/00.html>

рически; что между атомами имеется пустое пространство; что атомы неразрушимы; что они всегда находились и будут находиться в движении; что существует бесконечное количество как самих атомов, так даже и их разновидностей, отличающихся друг от друга формой и размером.

Нельзя не заметить, что именно атомистская теория, поиск первоэлемента бытия, сущностного начала бытия, его атрибуты и сущностные отношения послужили созданию и развитию метафизики Аристотеля, а в дальнейшем и онтологии, как науки о бытии.

Аристотель и другие философы упрекали Левкиппа и Демокрита за отсутствие объяснения причины первоначального движения атомов. По мнению Левкиппа причинность должна с чего-то начинаться, и, где бы она ни начиналась, нельзя указать причины самого первоначала. Причину существования мира можно приписать Творцу, но тогда Творец сам окажется необусловленным. В отличие от Сократа, Платона и Аристотеля атомисты пытались объяснить мир, не прибегая к понятию цели или конечной причины. «Конечная причина» любого процесса - это событие в будущем, ради которого протекает процесс. Вопрос о цели, которой служит сам Творец, бессмыслен. Чтобы придать ему смысл, мы должны предположить, что сам Творец был создан неким Сверхтворцом, целям которого он служит. Следовательно, всякое причинное объяснение должно иметь лишенное причины произвольное начало⁵...

Восхищаясь прозорливостью, мудростью Левкиппа, новое поколение ученых вслед за древними греками также задумывается о цели бытия, смысле мирской жизни. Наш современник, математик, философ, архитектор и, бесспорно, психолог Рассел Акофф, рассуждая о целеустремленных системах писал в своей монографии⁶: «Формулирование идеалов и стремление к ним помогает человеку сделать свою жизнь и историю, частью которой он является,

осмысленными и значительными. Это позволяет получать *удовольствие от жизни*, которая неизбежно должна оборваться, но при этом может оставить след в истории, возможно конечной».

Что касается «*удовольствия от жизни*», то об этом в следующем обращении к читателю, но оно уже будет посвящено другому герою, и понятно кому – Эпикуру.

Мысленно переносясь в другую эпоху и радуясь за Левкиппа, взрастившего Демокрита, хочется завершить свое сегодняшнее обращение пожеланиями самим себе и всем, кто посвящает себя и свою жизнь науке:

«Мудрых и благодарных учеников, чей успех в продвижении к истине приблизит нас к идеалу!»

Удачного Вам прочтения!



Леуципо

⁵ Рассел Б. «История западной философии» <http://philosophy.ru/library/russell/01/00.html>

⁶ Акофф Р., Эмери Э. О целеустремленных системах: Пер. с англ./ Под ред. и с предисл. И.А. Ушакова. Изд. 2-е, доп. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 272 с.

УДК 001.8

НАУЧНЫЙ БАЗИС ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Н.М. Боргест

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

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

Аннотация

В статье обсуждается научный базис формирующейся области научных исследований (научное направление исследований), очерчивающей рамки сущностных вопросов проектной деятельности и проектирования в целом, включая помимо традиционных в проектировании объектов, систем и процессов, саму среду проектирования, субъектов проектирования, их атрибуты и отношения. Делается попытка определить область исследований и обозначить её место в уже сложившейся и существующей дифференциации наук. Онтология проектирования рассматривается как интегративная научная дисциплина.

Ключевые слова: онтология, проектирование, наука, дифференциация наук, интеграция наук, объект исследования, предмет исследования.

Два мира властвуют от века,
Два равноправных бытия:
Один объемлет человека,
Другой - душа и мысль моя.
И как в росинке чуть заметной
Весь солнца лик ты узнаёшь,
Так слитно в глубине заветной
Всё мирозданье ты найдёшь.

Афанасий Фет (1820-1892)

Введение

Признание научной общественностью научного направления «Онтология проектирования», начало которому, по мнению автора, в значительной мере послужили исследования в СГАУ и ИПУСС РАН, обязывает по возможности чётче определить круг исследуемых вопросов в уже сложившейся и существующей на данный момент дифференциации наук.

Онтология проектирования как научное направление формирует свой круг областей исследований. Этот круг возникает не на пустом месте. В его орбиту, в сферу интересов этого направления втягиваются различные технические и гуманитарные специальности. Логически обоснованная дифференциация наук происходит условно объективно по мере накопления и углубления знаний в конкретных областях, появления своего инструментария, формирования своего круга научных интересов. Возникающее обособление позволяет сфокусировать внимание на изучение определенных свойств материи, бытия, происходящих процессов и играет важную познавательную роль для развивающейся цивилизации [1]. Параллельно с процессом дифференциации идет и интеграционный процесс в области научных знаний, когда прорывные идеи рождаются на стыках уже «устоявшихся» научных знаний, представлений и сложившихся дисциплин. Этот происходящий в науке естественный процесс есть не что иное, как «искусственный» приём, позволяющий искать и находить свой путь к знаниям.

1 Дифференциация и интеграция научного знания

Говоря о дифференциации и интеграции, следует обратить внимание на их латинские корни (*differentia* — разность, различие, *integratio* — восстановление, восполнение). Дифференциация — более глубокое исследование отдельных явлений и процессов определенной области действительности на определенной стадии эволюции науки. Именно в результате такого исследования появляются отдельные научные дисциплины со своим предметом и специфическими методами познания.

Как известно, в античной Греции еще не было разграничения между областями исследования, как не существовало и отдельных научных дисциплин за исключением математики и частично астрономии, астрологии и формирующейся медицины. Все известные знания входили в то время в состав философии. Принято считать, что отдельные научные дисциплины возникли лишь в эпоху Возрождения, когда впервые начали применять (Галилей) экспериментальный метод и математические приемы обработки его результатов. На этой основе были заложены основы механики, которую Ньютон впоследствии превратил в научную дисциплину. Позднее сформировались физика, биология и другие фундаментальные науки, а по мере дальнейшего научного прогресса происходит ускоренный процесс появления все новых научных дисциплин. При возрастающей точности и глубине знаний, одновременно естественным образом ослабевают связи между отдельными научными дисциплинами и взаимопонимание между учеными, когда специалисты разных отраслей даже одной и той же науки не понимают теорий и конечных результатов других отраслей. Узко дисциплинарный подход грозит превратить единую по существу науку в совокупность обособленных и изолированных областей исследования, вследствие чего ученые перестают видеть место результатов своей деятельности и своей научной дисциплины в познании единого, целостного мира [2].

С прогрессом научного познания становится все более очевидным, что сосредоточение усилий только на установлении специфических законов конкретных классов явлений в отдельных дисциплинах *не способствует открытию общих*, а тем более фундаментальных законов, с помощью которых раскрывается единство мира, взаимосвязь и взаимодействие образующих его систем и процессов. С помощью эмпирических законов можно понять и объяснить лишь постоянные, регулярно повторяющиеся связи между наблюдаемыми явлениями. Теоретические законы дают возможность объяснить не только конкретные факты, но и сами эмпирические законы [2].

Интеграция как восстановление и восполнение научного знания затрагивает эмпирические и фундаментальные теоретические законы и нередко начинается с применения понятий и методов одной науки в другой, а завершается созданием междисциплинарных теорий и направлений исследования. Конечно, такое «завершение» условно, так как процесс познания не останавливается. И дифференциация, и интеграция здесь выступают как механизм или способ получения новых научных знаний.

2 Объект исследований [3]

Рассматривая онтологию проектирования как область научных исследований важно определиться с объектом или объектами исследований, то есть с той частью объективной реальности, которую исследуют ученые. В нашем случае объектами исследований являются созданные и создаваемые реальные и виртуальные артефакты, субъекты и среда проектирования, то есть то, что собственно и формирует существующую реальность, в которой происходит процесс её развития и творения. Последнее немислимо без сложного взаимодействия различных факторов, которое порой интерпретируется как некий план не всегда осознанных действий.

Субъект в общем случае 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 комплектами и даже потребителей, да и сам рынок. От идеи, возникшей в голове у гения, до покупателя, сориентированного менеджером, человеческий фактор играет решающую роль.

Объекты проектирования – реальные и виртуальные сущности, разрабатываемые субъектами проектирования. К ним относятся любой артефакт, искусственно созданный объект и/или процесс, включая реальные и виртуальные объекты и процессы, системы, машины, механизмы, компьютеры, программное обеспечение, организации и прочее. Реальные объекты проектирования, с одной стороны, это материализуемые в будущем объекты, которые существуют пока лишь в виде мыслительных, воображаемых, образных, математических или иных моделей. Виртуальные же объекты проектирования не имеют своего материального воплощения. И те и другие объекты, и каждые их экземпляры имеют свои жизненные циклы и присутствуют в среде проектирования каждый в своей фазе жизненного цикла. Созданный объект проектирования, уже введенный в эксплуатацию или даже неиспользуемый, условно остается в классе объектов проектирования, так как своим существованием в среде проектирования через субъектов проектирования влияет на дальнейшее развитие своего вида и класса объектов, является прототипом, аналогом, прародителем и/или даже конкурентным видом вновь создаваемых объектов.

Среда проектирования – окружение, в котором осуществляется таинство создания новых артефактов – объектов проектирования. Помимо объектов и субъектов проектирования в среде проектирования присутствуют и активно используются различные инструментарии (другие объекты: реальные и виртуальные) и ресурсы (материальные, интеллектуальные, финансовые). Среда проектирования способна влиять на формирование целеполагания и целеустремление у субъектов проектирования.

Субъекты проектирования – разумные сущности, участвующие в процессе создания артефакта – объекта проектирования. К субъектам проектирования относятся: специалисты (онтолог, когнитолог, психолог, маркетолог, проектант, конструктор, прочист, аэродинамик, технолог, экономист ...), организованная группа специалистов (предприятие, проектное бюро, институт, лаборатория...), заказчик (потребитель, пользователь, клиент...), созданные искусственные системы (роботы, экспертные системы...), а также некие условные непознанные сущности. Включение в субъекты проектирования непознанных сущностей не связано с признанием теологической концепции или тем более с теизмом, а лишь констатирует факт непознанного, но всякий раз проявляющегося в процессе и тем самым как бы участвующего в эволюции и проектировании. Условные непознанные сущности можно было бы интерпретировать как некий Абсолют Знаний, придав ему некую «одухотворенность» и обозначить в рамках рассматриваемой проектной деятельности как Создатель, Творец или Природа.

Субъекты проектирования являются носителями знаний, а также обладают свойством передавать, получать и обрабатывать знания. Включенный в состав субъектов проектирования Абсолют Знаний, выступает как виртуальный Создатель всего и вся. Его незримое присутствие ощущается рядовыми творцами, которые считывают по крупницам знания о мироздании, малую часть из которых направляют на совершенствование среды обитания и самосовершенствование.

В нашем случае, введение понятия Абсолюта Знаний и, так называемой, *всесовершенной виртуальной сущности* необходимо для онтологической ясности, целостности и полноты картины самого процесса и магии (т.е. еще непознанного) создания новых артефактов, пони-

мания сути естественного и искусственного отбора, места и роли субъектов проектирования. Абсолют Знаний как нематериальная сущность, как виртуальный «владелец» вселенских знаний плавно открывает их своему разумному созданию.

Основные компоненты среды проектирования, её содержание укрупнёно представлены на рисунке 1.

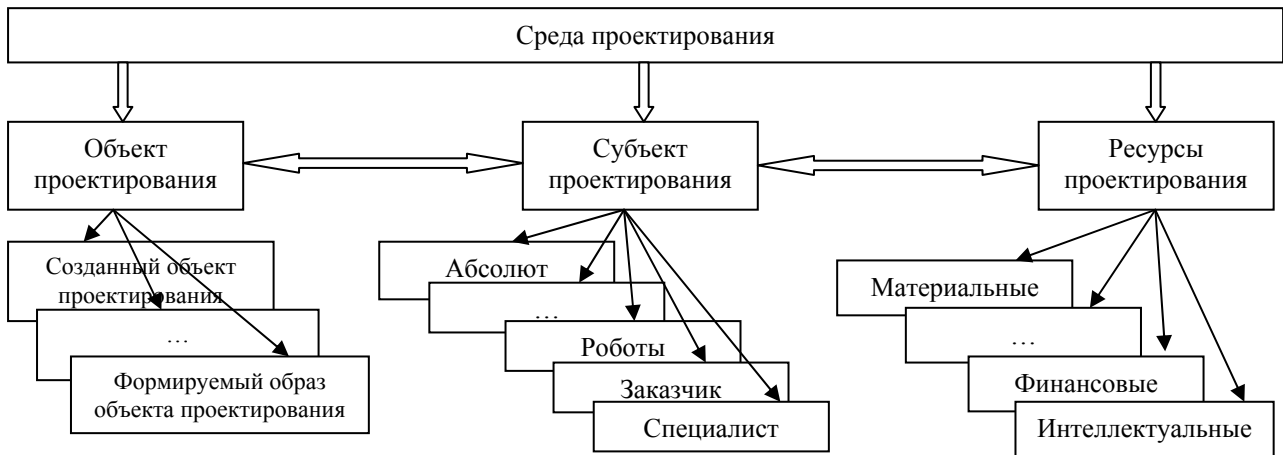


Рисунок 1 – Содержание среды проектирования

Опыт проектирования – это персонифицированное бытие, накопленное за конкретный отрезок времени жизнедеятельности субъектом проектирования при решении конкретных задач, в конкретных условиях, организованное, структурированное, зафиксированное и законсервированное в системах памяти в виде онтологических паттернов, специфичных для каждого единичного субъекта бытия. Опыт является подобием органического синтеза, интеграцией разрозненных эпизодов, ситуаций деятельности с удержанием существенного путем сокращения и свертывания самой деятельности [4].

Онтология проектирования – это формализованное описание знаний субъектов проектирования о процессе проектирования новых или модернизаций уже известных артефактов, знания о самом объекте проектирования и близких к нему по свойствам артефактов, а также тезаурус предметной области. Онтология проектирования, ее понятийный аппарат, ее базовые принципы инвариантны к предметной области, в то время как само проектирование, как деятельность, всегда предметно, всегда объектно-ориентировано. Развиваясь как научная дисциплина, онтология проектирования вбирает и обобщает накопленный опыт из разных предметных областей.

Формализации всегда предшествует онтологический анализ – выделение в реальном мире классов объектов, определение их фундаментальных свойств, которые определяют изменения и поведение объектов. Онтологический анализ обычно начинается с составления словаря терминов, который используется при исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов. Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между понятиями, соответствующими введенным терминам. Результатом этого анализа является онтология предметной области (ПрО), или же совокупность словаря терминов, точных их определений и взаимосвязей между ними.

В терминах онтологии понятие взаимосвязи (отношения, аксиомы) однозначно описывает или является точным дескриптором зависимости между объектами ПрО в реальном мире, а термины являются, соответственно, точными дескрипторами классов реальных объектов.

Онтология проектирования включает в себя онтологии целеполагания, анализа проектной ситуации, дивергенции, трансформации (изменение формы), конвергенции, гармонизации (устранение конфликтов, противоречий), экспертизы и защиты.

Сценарий проектирования, как последовательность выполнения проектных процедур и операций, совокупность паттернов и практик проектирования, методов и методик, вместе с базами данных и знаний об артефактах дополняет формализованное описание ПрО [5].

3 Предмет исследований

Проектирование в данной онтологической системе координат трактуется шире, чем деятельность только «человека или организации (ий) по созданию проекта» [6] или как «начало изменениям в окружающей человека искусственной среде» [7]. Обзоры понятий «проектирование» можно найти, например, в работах [7, 8], из которых можно заключить о широком и всё ещё формирующемся толковании этого термина. В проектировании как деятельности, как процессе, помимо объекта или результата самого проектирования, рассматривается субъект (или субъекты) проектирования, как некая разумная сущность или совокупность таких сущностей, участвующая в процессе создания артефакта – объекта проектирования [3, 5].

Традиционно принято считать, что объект исследования является более широким понятием, как бы первичным, а предмет исследования является вторичным. И если объект исследования как процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию, берется исследователем для изучения, то предмет исследования находится в рамках, в границах этого объекта. В онтологии проектирования предметом исследований выступает само *проектирование*. При этом отдавая должное важной посылке об объектной ориентированности проектирования, когда целеустремление, целеполагание формируются на основе потребности в конкретной предметной сфере, предметом исследований в контексте проектирования являются возникающие отношения между сущностями в проектировании, свойства этих сущностей. Исследуется сам процесс проектирования, создания, моделирования, прогнозирования, предсказания; изучается влияние предметной среды, формирование, преобразование и трансформация потребностей в проектируемый объект или процесс. Психология проектирования в отличие от инженерной и виртуальной психологии [9], моделируя творческую деятельность человека, как раз и изучает процесс формирования и трансформации потребностей в воображаемый виртуальный объект.

Потребность выступает как вид функциональной или психологической нужды или недостатка какого-либо объекта, субъекта, индивида, социальной группы, общества. Потребности, являясь внутренними возбудителями активности, проявляются по-разному в зависимости от ситуации. В работе [10] потребность отождествляется с «описанием назначения технического объекта или цели его создания» и фактически «описание потребности и функции технического объекта тождественно совпадают». Потребность как нужда является движущей силой в создании новых артефактов и разрушении старых, также как и «присущая разумному существу потребность к творчеству» [11, 12]. Формальное описание потребности является необходимым и важнейшим условием в проектировании и фактически составляет начальный базис проектирования [11]. И если создаваемый объект реализует заложенную функцию в процессе эксплуатации этого объекта, то проектировщик, как субъект проектирования, удовлетворяется разработанным им проектом, полученными новыми знаниями, возможно даже не имея личной потребности в полученных свойствах нового артефакта. Т.е. потребности субъектов проектирования различны, как различны критерии их деятельности и критерии оценки проектов.

В психологии принято ранжировать человеческие потребности, представляя их в виде диаграммы или пирамиды. Нижняя ступень – физиологические потребности, верхняя – духовные. Абрахам Маслоу делил потребности по последовательности их удовлетворения, когда потребности высшего уровня появляются после удовлетворения потребностей уровнем ниже. Иерархия человеческих потребностей по Абрахаму Маслоу имеет вид [13]: физиологические, безопасность, любовь, уважение, познание, эстетические, самоактуализация. Причем последние три уровня в общем случае называют «потребностью в самовыражении» (потребностью в личностном росте). Фактически данная иерархия потребностей «расставляет» все известные биологические особи по ступеням их развития, от низших форм до высшей субстанции, тем самым указывая вектор их развития. В проектировании артефактов потребность трансформируется в цель, цель – в поиск решений.

Дитрих трактует потребность не только как недостаток чего-либо, но и как возможный излишек, вводя понятие несоответствия, которое «затрудняет жизнь» [11]. Возникающее несоответствие, «напряженное состояние» подобно разности потенциалов, которая приводит в движение, например, в физике единичный положительный заряд или единичную массу из одной точки с большим потенциалом в другую с меньшим потенциалом, а в нашем случае при проектировании, – мысль и последующее действие. Что касается мысли, то ее очевидная субъективность не только дополняет объективное несоответствие, но и может являться причиной несоответствия действий. Социальная, моральная, экологическая ответственность инженера-творца и его профессиональная культура, как базовые качества субъекта в техногенном обществе, должны и обязаны соотносить потребность с действиями.

Аналогию в трактовках Дитриха с физическим миром можно увидеть и в том, что в технических действиях в реализации потребности «исключения» из техносферы или «прибавления» к техносфере присутствуют фундаментальные законы сохранения материи и энергии.

Важный фактор в реализации потребности – время, жизненный цикл изделия, в течение которого меняется, и существенно, сама потребность. Аксиомой можно считать рост потребностей, который эквидистантен росту сознания, знаний и происходящим непрерывным изменениям, которые в свою очередь определяют важный род адаптационных потребностей в быстроменяющемся мире.

Потребность всегда выступает как движитель развития. «Природа не любит пустоты», поэтому она заложила или «вшила» в модель биологических существ потребность – внутреннее состояние психологического или функционального ощущения недостаточности чего-либо, которое проявляется в зависимости от ситуационных факторов.

Процесс «узнавания» потребностью своего предмета или моделирование его, в случае еще не существующего предмета, называется опредмечением потребности. Самим актом опредмечения потребность преобразуется и становится определенной потребностью именно в данном предмете. Опредемчение – очень важное событие, именно в нём рождается мотив, который заставляет действовать. Через опредмечение потребность получает свою конкретизацию. Поэтому мотив еще определяется как опредмеченная потребность. Вслед за опредмечением и появлением мотива резко меняется тип поведения – оно обретает направленность, зависящую от мотива.

Потребность неразрывно связана с субъектом проектирования – с человеком (заказчиком, проектировщиком). Формирование ее трудно предсказуемо, но всегда или почти всегда опирается на прошлое: на опыт, порождающиеся различные ассоциации на базе хранимой информации того же прошлого и случайной комбинации всего и вся. Психология проектирования, как раздел онтологии проектирования, изучает отношения субъекта и объекта проектирования, мотивы взаимоотношения применяемых средств, сам процесс трансформации потребности в проект через техническое задание (см. рисунок 2.)

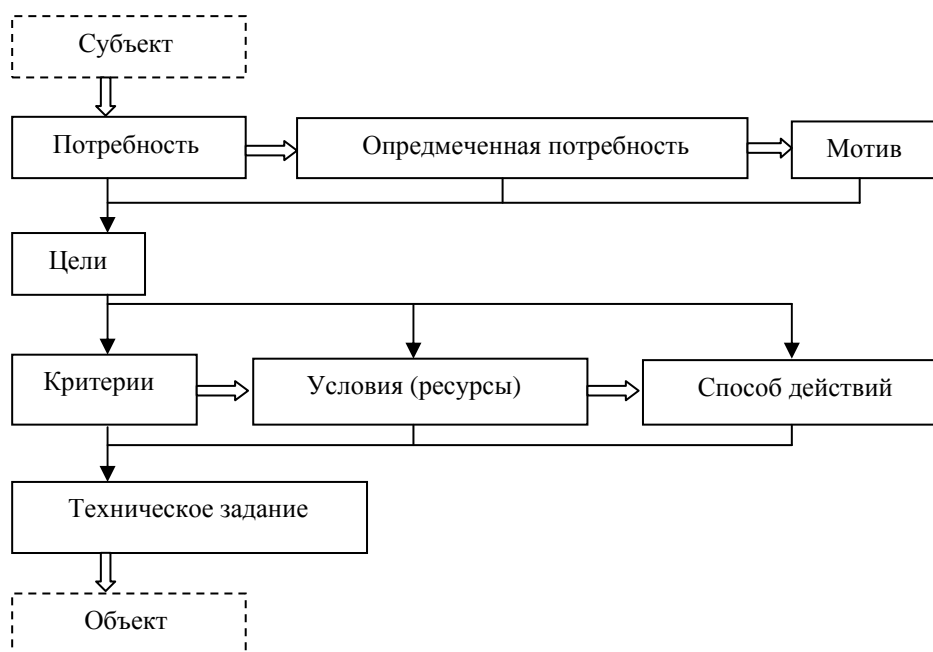


Рисунок 2 - Путь трансформации потребности в техническое задание

По своему трактуя Ф. Ницше, его логические цепочки от пессимизма, нигилизма, отсутствия смысла и цели к доминанте власти [14], можно предложить упрощенную схему реализации потребностей как развитие вида, расширение, захват, подчинение, подавление, стремление к обладанию новыми ресурсами. Т.е. всегда потребность - это стремление, в первую очередь, к сохранению того что есть, что уже достигнуто, а уже во-вторых, - это неперемное стремление к расширению сферы своего влияния. Последнее происходит с учетом возможностей среды, в естественной борьбе за выживание как в случае естественного отбора для живых существ, так и в случае «искусственного» отбора свойств и параметров создаваемых артефактов.

В этом же контексте можно рассматривать пирамиду Маслоу как вектор развития и реализации потребностей как для живых существ (человека, в частности), так и для планируемых свойств и параметров артефактов. Когда удовлетворяются потребности низшего уровня, человек не фокусируется на них и не ставит целью своей деятельности удовлетворение физиологических потребностей (они технологически решены). Также и в случае с артефактами. Например, нет необходимости ставить вопрос о возможности создать и построить самолет или стиральную машину. Многие артефакты функционально способны обеспечить потребность, добиться поставленной цели. Перед проектантами стоят задачи иного плана и уровня. Наряду с функцией, артефакты должны быть сначала экономичными и далее отвечать экологическим требованиям (см. рисунок 3). Можно говорить не только о сходстве принципов естественного отбора для биологического интеллекта и метода проб и ошибок для искусственного интеллекта [15], но и о сходстве в иерархии целей (жизнеспособность индивида – носителя интеллекта, класса индивидов, класса классов и т.д.), реализуемой при проектировании артефактов. Интеллектуальные агенты - агенты, основанные на цели, взаимодействие их с изменяющейся средой и мультиагентное планирование адекватно отражают процесс, происходящий в живой природе и переносимый на проектирование артефактов и их функционирование [16].

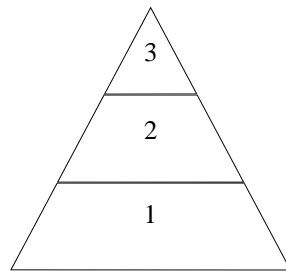


Рисунок 3 - Пирамида потребностей при создании артефактов (1- функция, 2- экономика, 3- экология)

Онтология проектирования – это сложный симбиоз различных представлений об осмысленной созидательной деятельности, который накопило человечество в различных областях своей творческой и рутинной работы над собой за недолгий период своего существования. Впервые теоретические основы «Онтологии проектирования» были изложены в работе [3].

Представленная в журнале «Онтология проектирования» тематика публикуемых материалов состоит из трёх разделов - философские аспекты, инжиниринг онтологий и прикладные онтологии [17] и в определенной степени очерчивает тот круг научных проблем, которые исследует это новое научное направление. Если же взять за основу классификацию научных специальностей, утвержденную Министерством образования и науки Российской Федерации [18], то круг научных интересов онтологии проектирования формируется на основе следующих специальностей¹.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ:

03.01.08 Биоинженерия;

03.02.07 Генетика;

03.03.05 Биология развития, эмбриология.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ:

05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации;

05.13.12 Системы автоматизации проектирования;

05.13.17 Теоретические основы информатики.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ:

07.00.10 История науки и техники;

09.00.01 Онтология и теория познания;

09.00.08 Философия науки и техники;

10.02.19 Теория языка;

10.02.21 Прикладная и математическая лингвистика;

Искусствоведение

17.00.06 Техническая эстетика и дизайн;

Психологические науки

19.00.03 Психология труда, инженерная психология, эргономика;

19.00.13 Психология развития, акмеология.

Случайно оказавшаяся первой в этом списке дисциплина – биоинженерия – «одно из современных направлений науки, возникшее на **стыке** физико-химической биологии, биофизики, геномной инженерии и компьютерных технологий» [18]. Это совсем недавно образованное интегративное направление – наглядный пример непрерывных процессов дифференциация

¹ Как известно, в ряде стран подобная «официальная» система дифференциации отсутствует, а квалификация учёных идентифицируется лишь степенью доктора философии (PhD).

ции и интеграции науки и дисциплин, её составляющих. Сущностное и научное содержание онтологии проектирования, построенное в онторедакторе Protégé, показано на рисунке 4.

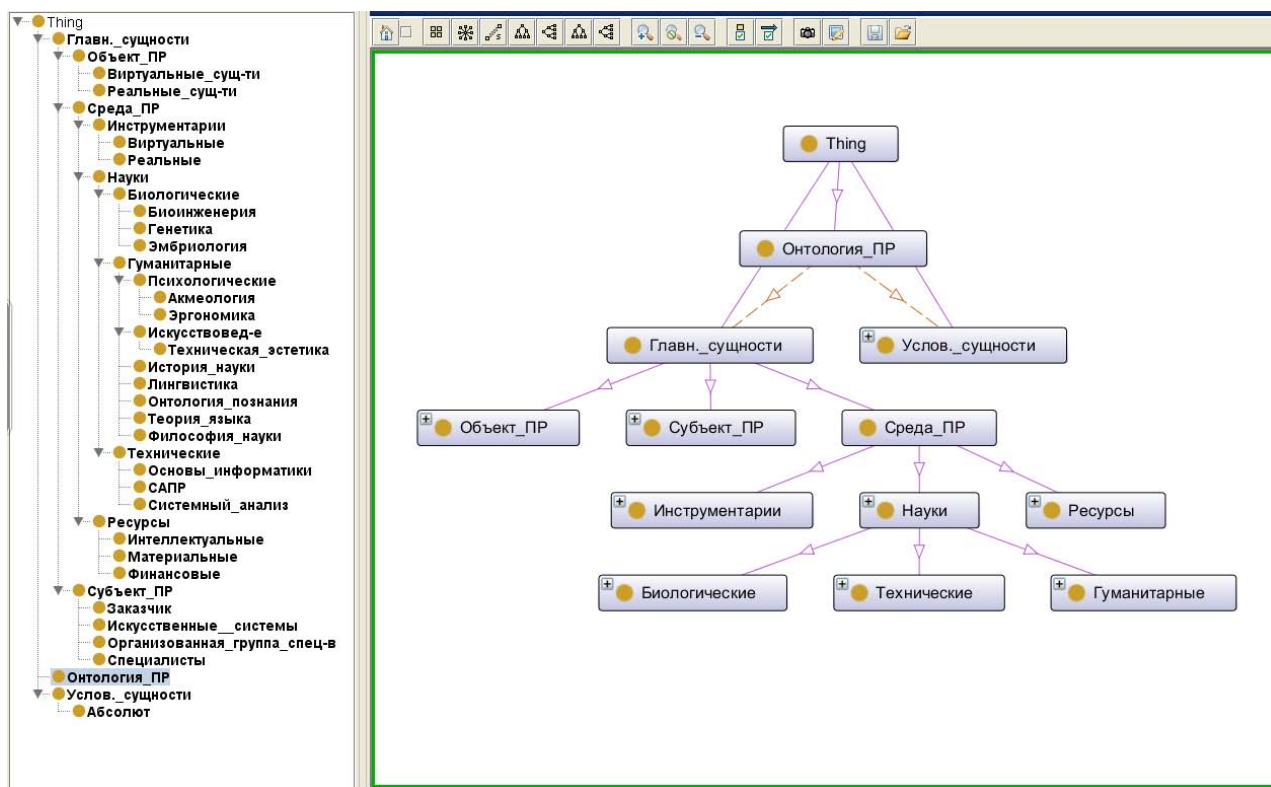


Рисунок 4 – Сущностное и научное содержание онтологии проектирования

По мнению автора, именно на основе этих выбранных и приведенных здесь официально признанных научных специальностей, фактически фиксирующих современную дифференциацию науки, формируется новое интегративное научное направление – онтология проектирования. Ясно также и то, что существуют и ведутся работы, исследующие и моделирующие процессы в будущем, которые вносят свой вклад в развитие нового направления, но они не вошли в этот «утвержденный» список дисциплин (или точнее специальностей). Это вполне объяснимо, так как не «список» формировал область научных интересов, а область этих интересов, сами объекты, субъекты и среда проектирования определили его. Область же определяется в понятиях и содержании самой дисциплины.

Онтология проектирования, во многом базируется на интересубъективной теории [19], когда человек, как деятельностный субъект, актер в проектировании, не просто включен в процесс, он сам является его частью. Так же как и во многом непознанное его сознание.

Проектирование как процесс и как область знаний об артефакте является предметом онтологического анализа ученых-исследователей и узких специалистов. Онтология проектирования, ее понятийный аппарат, ее базовые принципы - инвариантны к ПрО, в то время как само проектирование, как деятельность, всегда предметно, всегда объектно-ориентировано. Онтология проектирования, развиваясь как научная дисциплина, вбирает и обобщает накопленный опыт из разных ПрО.

4 Онтология проектирования – интегративная дисциплина

Как отмечено в разделе 3 онтология проектирования в пределе рассматривает и исследует вопросы формализованного описания знаний субъектов проектирования о процессе проектирования артефактов, знания о самом объекте проектирования и близких к нему по свойствам артефактов, а также тезаурус ПрО.

Онтология проектирования - это структурированное знание об объектах и методах проектирования, это совокупность тезаурусов, баз данных и процедур, алгоритмов оптимизации и учета проектной неопределенности.

Онтология проектирования как научное направление включает в себя: исследование понятийного аппарата и разработки на его основе тезауруса, анализ критериев и моделей проектируемого объекта, методов и сценариев проектирования, сбор и обработку информации об объекте как системе и составляющих её элементах.

Рассмотрим те ключевые позиции выделенных в разделе 3 научных дисциплин [18], которые влияют на объект и предмет исследований онтологии проектирования.

Биоинженерия занимается исследованием и разработкой искусственных белков, выполняющих заданные функции, новых клеточных структур, обладающих полезными свойствами, вплоть до целых живых организмов, сконструированных для нужд человека.

Генетика изучает явления изменчивости и наследственности, закономерности процессов хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях. Области исследований в генетике включают: основы наследственности, генетический код, мутационную и модификационную изменчивость, клонирование организмов, генетическую и клеточную инженерию, трансгенные организмы, естественный и искусственный отбор и много других интересных для онтологии проектирования тем и разделов этой науки.

Биология развития, эмбриология – область науки, занимающаяся исследованием индивидуального развития многоклеточных организмов в описательном, сравнительно-эволюционном и экспериментальном аспекте с целью познания закономерностей развития и разработки научных основ коррекции его нарушений.

Вклад биологических наук трудно переоценить при понимании того как все работает в природе. Человек, искусственно отделивший себя от природы, остается её продуктом и черпает своё понимание развития в большей степени из самой природы [16, 20-22].

Системный анализ, управление и обработка информации – в большей степени техническая специальность, занимающаяся проблемами разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений. Её основным содержанием являются теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов.

Системы автоматизации проектирования – специальность, занимающаяся проблемами создания систем автоматизированного проектирования, управления качеством проектных работ на основе использования современных методов моделирования и инженерного анализа. Специальность включает разработку и исследования научных основ проектирования, построения и функционирования интегрированных интерактивных комплексов анализа и синтеза проектных решений и систем создания проектной, конструкторской, технологической и иной документации.

Теоретические основы информатики – специальность, в которой исследуются процессы создания, накопления и обработки информации, методы преобразования информации в данные и знания; осуществляется создание и исследование информационных моделей, моделей

данных и знаний, методов работы со знаниями, методов машинного обучения и обнаружения новых знаний; исследуются принципы создания и функционирования аппаратных и программных средств автоматизации процессов.

История науки и техники изучает историю становления и развития мирового и отечественного науковедения, историей становления и развития гуманитарных, общественных, технических, физико-математических, медицинских, геолого-минералогических, химических, биологических и других наук, а также взаимодействие наук в изучении конкретных научных проблем. Исследования в рамках указанной специальности способствуют обобщению историко-научного материала с целью воссоздания целостной картины становления и развития отдельных отраслей научного знания и конкретных наук.

Онтология и теория познания – базовая специальность для онтологии проектирования. Наиболее близкие к онтологии проектирования области исследований этой специальности:

- Структура бытия, реальности, существования и его онтологические критерии; соотношение объективной, субъективной и виртуальной реальностей.
- Современное понимание всеобщих и локальных проявлений материального единства мира с учетом его структурной неоднородности, количественной и качественной бесконечности.
- Онтология пространства и времени, их всеобщих и локальных свойств, а также модификации этих свойств в микромире и мегамире, в биологических и социальных системах.
- Формы самоорганизации и развития материи, возникновения жизни во Вселенной с учетом достижений астрофизики, синергетики, теории систем, эволюции и др.
- Системный характер различных форм развития в мире, их специфических законов в неорганической и живой природе и в обществе.
- Проблема унификации категориального языка и смысла общенаучных понятий в связи с интеграцией наук, компьютеризацией исследований и формированием новых искусственных языков и программных ориентаций.
- Закономерности развития коммуникативных аспектов отражения и обмена информацией в живой природе и обществе, формирование естественных и искусственных языков.
- Современное понимание интуиции и её связи с формализованными типами доказательства, видами интуитивного творчества и продуктивного воображения.
- Гносеологические и технические проблемы разработки искусственного интеллекта, совершенствования информационно-интеллектуальных систем.
- Закономерности и этапы формирования научных теорий, их обоснования и расширения сфер применимости; изменение критериев истинности, адекватности и практической результативности теорий.
- Закономерности, движущие силы и возможные пределы дифференциации и интеграции наук; перспективы методологической интеграции через развитие онтологических и гносеологических оснований наук, развитие информационных социальных систем.
- Проблемы отбора объективно ценной и устаревающей информации, повышения информационной емкости теорий, последовательного обоснования и функционального обобщения их законов и принципов.
- Специфика критериев истинности знания в естественных, гуманитарных и технических науках, соотношение истины, ценности и практической эффективности знания, правдоподобного, вероятного и достоверного объяснения сложных процессов и систем.
- Механизмы и последовательные этапы творчества в достижении принципиально новых решений в науке, технике и в искусстве.
- Методология прогнозирования неизвестных и будущих явлений, разработки поэтапных прогнозов, планов и программ.

Содержанием специальности «*Философия науки и техники*» является исследование всесторонних и многообразных взаимоотношений и взаимодействий философии, науки и техники. После выделения из философии математики и других наук в самостоятельные области научного познания между ними возникли новые взаимосвязи и взаимоотношения, благодаря которым многие идеи и принципы познания, разрабатываемые в области философии, способствовали прогрессу науки. Со своей стороны, достижения конкретных наук способствовали возникновению новых учений и направлений в философии. К компетенции философии науки и техники относится исследование проблем роли и значения фундаментальных научных исследований для развития техники и, наоборот, роли и значения техники для развития «чистого» знания. Областью научных интересов философии всегда была проблема и генезиса науки и техники, и роли социальных факторов в этом процессе.

Содержание специальности «*Теория языка*» включает в себя основные разделы и методы лингвистической науки, современные представления об основных компонентах, единицах и правилах естественного языка, а также идеологию и технику формализации.

Содержанием специальности «*Прикладная и математическая лингвистика*» является разработка языковедческой теории на основе изучения специфических современных практических задач как собственно лингвистики, так и других областей – информационного поиска, машинного перевода, терминологии, лингводидактики, информационных проблем и других изысканий. Объектом специальности является исследование особенностей семиотического и математического моделирования естественного языка (и речи) с целью перевода информации, содержащейся в неформализованном виде в тексте, на формализованный искусственный язык на основе такого математического аппарата, как теория множеств и алгебра отношений, теория нечетких множеств и лингвистической переменной, теория вероятностей и математическая статистика, элементов теории информации.

В области исследований прикладной лингвистики входят также: инженерно-лингвистическое моделирование; лингвистические проблемы моделирования творческой деятельности человека; лингвистическая генетика, информатика, кибернетика, семиотика, синергетика; инженерная лингвистика – теория и системы машинного перевода; компьютерные многоязычные словари; автоматизированные системы обработки языковых сообщений (письменных и устных); автоматизированные информационные системы и системы управления базами данных; лингвистическое обеспечение автоматизированных информационных систем; автоматизированные системы обработки речевой информации; автоматизированные системы понимания текста; лингвистическая технология искусственного интеллекта; экспертные системы; автоматизированные обучающие системы, системы дистанционного обучения; создание языковых средств для новых коммуникативных процессов и др.

Содержанием специальности «*Техническая эстетика и дизайн*» являются оптимизация творческих процессов проектирования изделий текстильной, легкой, машиностроительной, приборостроительной, автомобилестроительной и других отраслей промышленности; взаимосвязи художественных и технологических факторов, средств, приемов и способов проектирования изделий, процессов, формирующих стиль и моду; формообразование и структуризация объектов проектирования.

Объектами данной специальности являются: процессы художественного проектирования, конструирования; компьютерное проектирование изделий; методы проектирования художественных и промышленных изделий с учетом технологических, материаловедческих, эргономических, социологических, психологических, биологических и физико-химических факторов. Специальность охватывает такие области художественного проектирования изделий, как: графический анализ; статистические методы обработки данных; проектирование изделий с использованием ЭВМ; исследование форм и конструкций изделий; культурологи-

ческий анализ процессов проектирования; техническое воплощение результатов исследования; бионические и физико-химические принципы проектирования изделий; технологические основы проектирования изделий; историко-социологические аспекты проектирования.

Среди областей исследований стоит отметить методы: художественного проектирования с учетом производственных факторов; оптимизации процессов художественного проектирования на основе системного подхода; расчета и изменения параметров проектирования; теоретического и экспериментального исследования процессов проектирования и изделий дизайнера; управления процессами проектирования современных изделий; художественного проектирования на основе законов бионики.

Содержанием специальности «*Психология труда, инженерная психология, эргономика*» в области психологических наук является исследование и разработка (проектирование, развитие, оптимизация) системы «человек (или группа людей) – средство труда (физическое или информационное) – предмет труда (воздействия, управления или пользования) – среда (физическая, информационная, социальная)» и процесса деятельности человека как субъекта – ведущего компонента системы, в различных условиях: внутренних (уровень интенсивности, экстенсивности и экстремальности деятельности) и внешних (экологических, технических, социальных, экономических, культурных). Труд понимается в широком смысле как производство людьми ценностей при взаимодействии с системами природы и культуры (в широком смысле слова), то есть, к сфере труда относятся не только профессиональные виды деятельности. Объектом исследования и разработки являются психическая сфера человека, как субъекта труда, психологически значимые свойства неодушевленных компонентов эргатической системы в разнообразных условиях среды. При этом среда понимается как более широкая (включающая предметные, социальные, организационные, гигиенические, эстетические составляющие, факторы безопасности труда и подобное) социально и экономически обусловленная система видов труда в обществе.

Содержанием специальности «*Психология развития, акмеология*», близкой к онтологии, а точнее психологии проектирования, являются: исследование процессов развития и формирования психики человека на разных ступенях жизненного цикла; исследование социальной и биологической детерминации психического развития человека; изучение объективных и субъективных факторов, содействующих или препятствующих прогрессивному развитию и реализации потенциалов человека; изучение закономерностей и механизмов, обеспечивающих возможность достижения высшей ступени (акме) индивидуального развития; разработка методов исследования и диагностики психического развития человека; разработка методов психологического сопровождения и оптимизации показателей развития на всех этапах онтогенеза и жизненного пути; изучение эффективности методов психологического сопровождения развития и др.

Объектом исследования и формирования являются специфические человеческие особенности психической регуляции активности индивидуальных и групповых субъектов в зависимости от закономерного влияния разнообразных факторов на тех или иных стадиях психического развития.

Рисунки 5-7 иллюстрируют области научных интересов онтологии проектирования в гуманитарных, биологических и технических науках.

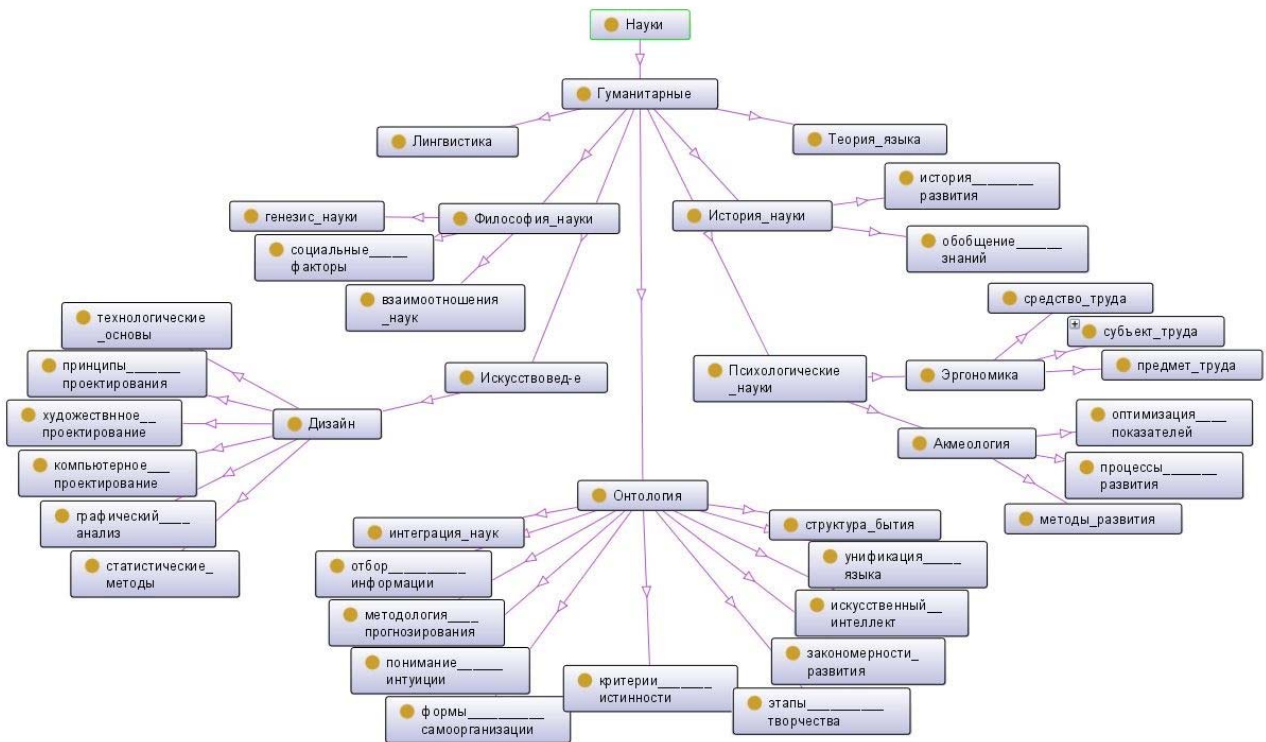


Рисунок 5 – Научное содержание онтологии проектирования в гуманитарных науках

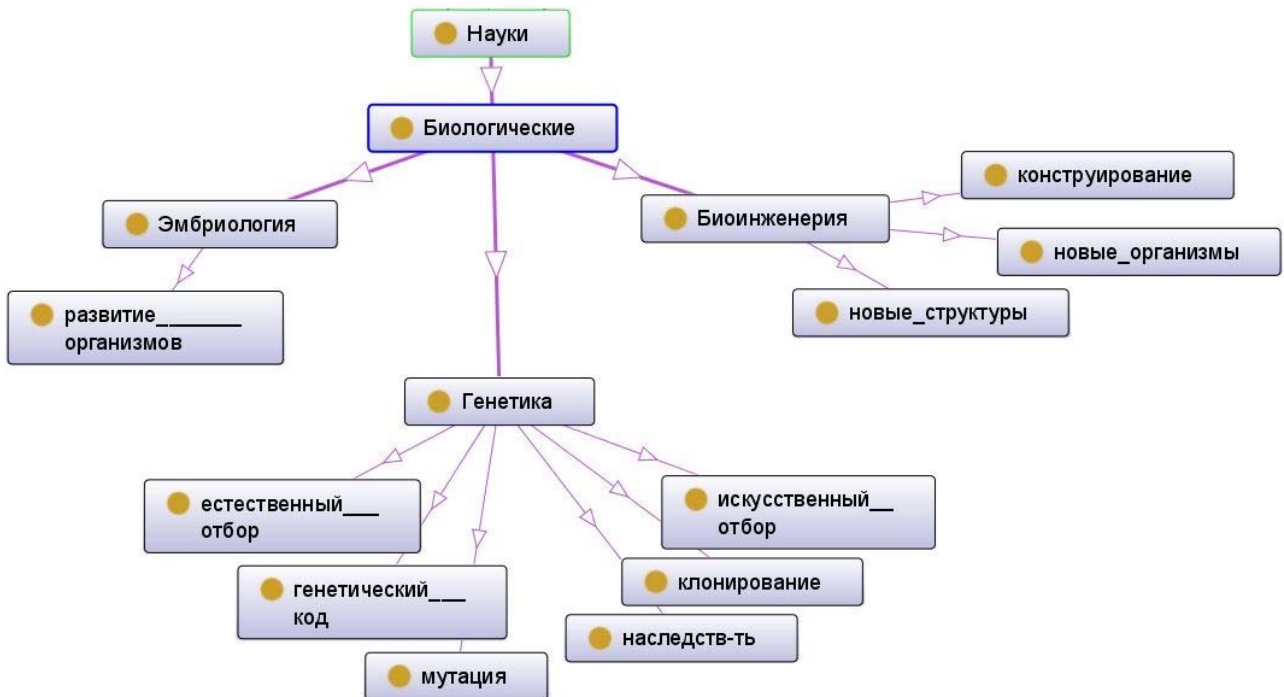


Рисунок 6 – Научное содержание онтологии проектирования в биологических науках

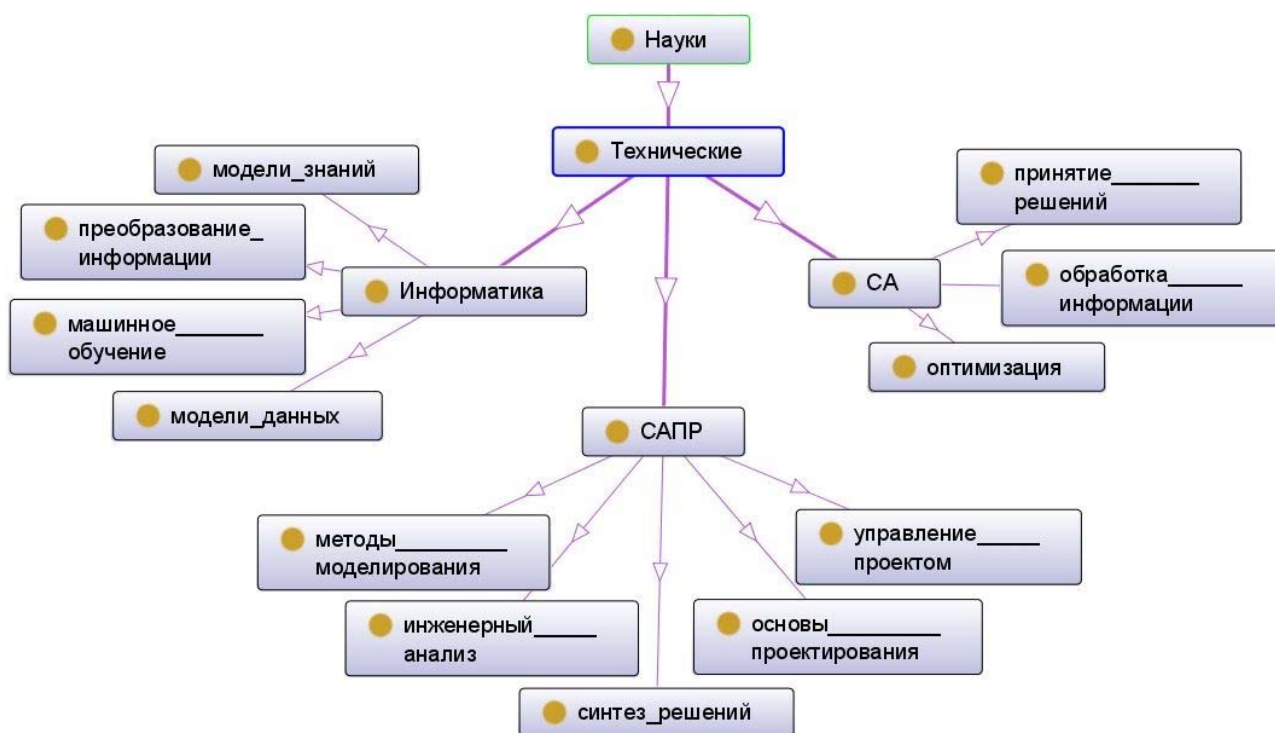


Рисунок 7 – Научное содержание онтологии проектирования в технических науках

5 Научная картина онтологии проектирования

Научная картина мира - особая форма теоретического знания, представляющая предмет исследования науки соответственно определенному этапу ее исторического развития, посредством которой интегрируются и систематизируются конкретные знания, полученные в различных областях научного поиска [23].

Термин «картина мира» используется для обозначения научных онтологий, тех представлений о мире, которые являются особым типом научного теоретического знания. В этом смысле понятие «научная картина мира» используется для обозначения горизонта систематизации знаний, полученных в различных научных дисциплинах. Основными компонентами научной картины мира являются представления о фундаментальных объектах, о типологии объектов, об их взаимосвязи и взаимодействии, о пространстве и времени. Предложенная классификация наук по И. Канту осуществлялась именно по этим признакам: предметные (математика, физика), временные (история) и пространственные (география).

Современный этап в развитии научной картины мира связан с формированием постнеклассической науки, характеризующейся усилением процессов дисциплинарного синтеза знаний. Этот синтез осуществляется на основе принципов глобального эволюционизма. Особенностью нынешней научной картины мира является не стремление к унификации всех областей знания и их редукции к онтологическим принципам какой-либо одной науки, а единство в многообразии дисциплинарных онтологий. Общекультурный смысл научной картины мира определяется ее включенностью в решение проблемы выбора жизненных стратегий человечества, поиска новых путей цивилизационного развития [23].

Описывая картину мира, часто пытаются совместить её описание с классификацией наук, а точнее с картиной мира уже выделенных наук. В силу того, что разветвленное деление наук использует на разных этапах деления разные основания, подобная «картинка» стройной не

получается. Отсюда и такие утверждения, что «невозможно выделить какую-то одну из них в качестве парадигмы «естественно-научного познания»»; «идея отыскать научную дисциплину, которая могла бы служить образцом социогуманитарного познания, нереалистична»; «поиски парадигмальной социальной или гуманитарной дисциплины еще более утопичны, чем поиски «образцовой» естественной науки» [2].

Попытки поиска «философского камня» в осмыслении реальности продолжаются. Русский философ Ивин А.А. в своей работе «Импlications и модальности» [24] приводит классификацию, которая имеет две особенности. Во-первых, в ней важным является то, используются ли в рассматриваемых науках оценки и какого именно типа (абсолютные или же сравнительные). Во-вторых, данная классификация является уточнением ставшей уже общепринятой классификации, разработанной Виндельбандом и Риккертом. Согласно классификации Ивина, развивая идею Риккерта о подразделении всех наук на науки о природе и науки о культуре, науки могут также разделяться на науки *о бытии* и науки *о становлении*.

К первой группе относятся гуманитарные науки (науки исторического ряда, лингвистика, индивидуальная психология и др.), нормативные науки (этика, эстетика, искусствоведение и др.) и те естественнонаучные дисциплины, которые занимаются изучением истории исследуемых объектов и (эксплицитно или имплицитно) предполагают исследование настоящего.

Остальные естественные науки, включая физику, химию и др., ориентируются преимущественно на представление мира как постоянного повторения одних и тех же элементов, их связей и взаимодействий. Социальные науки (экономическая наука, социология, социальная психология и др.) также тяготеют к использованию сравнительных категорий.

Разница между науками, использующими абсолютные категории (науками о становлении), и науками, опирающимися на систему сравнительных категорий (науками о бытии), не совпадает с границей между гуманитарными и социальными науками (или науками о культуре), с одной стороны, и естественными науками (науками о природе), с другой. Известная неясность подразделения всех наук на науки о природе и науки о культуре связана, главным образом, с неясностью лежащего в основе этого подразделения противопоставления природы и культуры [24].

Во многом такая «неясность» или трудность присуща и при описании научной картины онтологии проектирования. Рисуя научную картину предметную, или сущностную, во времени и пространстве (по Канту) с неразделёнными по существу природой и культурой (по Риккерту) и отделяя науки о бытии от наук о становлении (по Ивину), можно попытаться контурно обозначить предмет исследований онтологии проектирования.

Для этого важно определиться с целью проектной деятельности, для достижения которой сначала определяются материальные условия и средства, влияющие на природу в нужном направлении, заставляющие её функционировать так, как это нужно для человека. Затем на основе полученных знаний задаются требования к этим условиям и средствам, а также способы и последовательность их обеспечения и изготовления. Деятельность всегда регулируется определенными ценностями и целями. Цель - это идеальный образ продукта. Она воплощается, опредмечивается в продукте, который выступает результатом преобразования предмета деятельности. Поскольку деятельность универсальна, в функции ее предметов могут выступать не только фрагменты природы, преобразуемые в практике, но и люди. Человек с этой точки зрения может выступать и как субъект, и как объект практического действия [25].

Деятельность, в том числе и проектная, может быть рассмотрена как сложно организованная сеть различных актов преобразования объектов, когда продукты одной деятельности переходят в другую и становятся ее компонентами. Даже субъекты деятельности, осуществляющие преобразование объектов в соответствии с поставленными целями, могут быть представлены как результаты деятельности обучения и воспитания, которая обеспечивает

усвоение субъектом необходимых образцов действий, знаний и навыков применения в деятельности определенных средств [25].

Структурные характеристики элементарного акта деятельности в виде схемы представлены на рисунке 8.

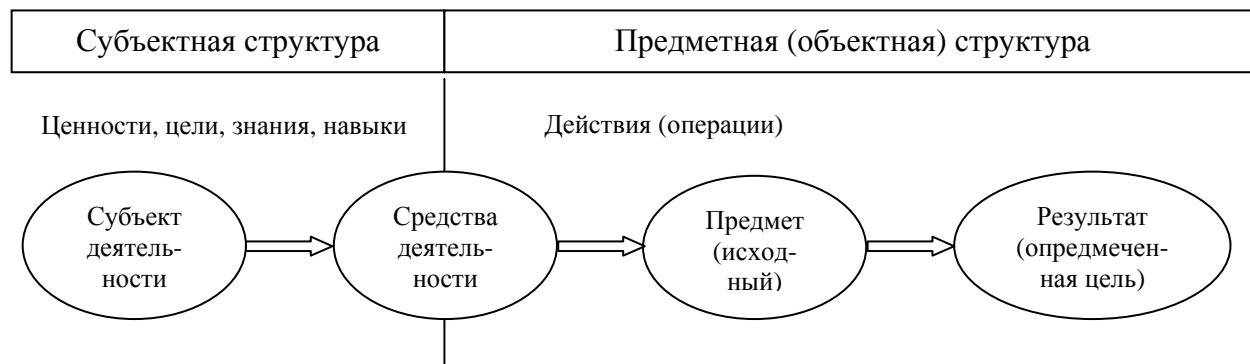


Рисунок 8 – Структурные характеристики элементарного акта деятельности [25]

Предметная структура деятельности рассматривается как взаимодействие средств с предметом деятельности и превращение его в результат (продукт) благодаря осуществлению определенных операций. Субъектная структура включает субъекта деятельности, осуществляющего целесообразные действия и использующего для этой цели определенные средства деятельности. Средства и действия могут быть отнесены и к объектной, и к субъектной структурам. Средства могут быть представлены в качестве искусственных органов человеческой деятельности и рассматриваться в качестве естественных объектов, которые взаимодействуют с другими объектами. Аналогичным образом операции могут быть рассмотрены и как действия человека, и как естественные взаимодействия объектов.

Наука ставит своей конечной целью предвидение будущего, которое конкретизируется в понятиях «прогноз», «план», «программа», «проект» и др. Это предвидение сводится фактически к построению «модели» будущего [26]. Проектирование же использует полученные наукой и практикой модели уже с целью преобразования предметов практической деятельности в соответствующие продукты. Это преобразование всегда определено сущностными связями, законами изменения и развития объектов, и сама деятельность может быть успешной только тогда, когда она согласуется с этими законами. И если основная задача науки - выявить законы, в соответствии с которыми изменяются и развиваются объекты, то проектирование реализует эти законы на практике при создании описаний новых объектов с учетом накопленного опыта.

Применительно к процессам преобразования природы функцию описания выполняют естественные и технические науки. Процессы изменения социальных объектов исследуются общественными науками. Поскольку в деятельности могут преобразовываться самые различные объекты - предметы природы, человек и состояния его сознания, подсистемы общества, знаковые объекты и т.д., то наука ориентирована на предметное и объективное исследование действительности. Личностные моменты и ценностные ориентации ученого и проектанта играют свою роль в научном творчестве и проектной деятельности и влияют на результаты этого творчества и проектирования, в том числе. Процесс научного познания обусловлен не только особенностями изучаемого объекта, но и многочисленными факторами социокультурного характера.

Со второй половины XX столетия объектом исследования и проектирования становится сложная человеко-машинная система, изменяется и сама инженерная деятельность. Главное

внимание уделяется уже не машинным компонентам, а человеческой деятельности, ее социальным и психологическим аспектам. Складывающееся, так называемое, социотехническое проектирование характеризуется, прежде всего, гуманитаризацией. Проектирование само становится источником формирования проектной тематики и вступает в сферу культурно-исторической деятельности. Кроме того, в качестве объекта проектирования выступает и сама сфера проектной деятельности («проектирование проектирования»). Поэтому в нём формируется особый методический слой, направленный на выработку норм и предписаний для проектных процедур, и теоретический слой, обеспечивающий методистов знаниями об этих процедурах [27].

Социотехническое проектирование - это проектирование без прототипов, и поэтому оно ориентировано на реализацию идеалов, формирующихся в теоретической или методологической сферах или в культуре в целом. Его можно охарактеризовать как особое проектное движение, в которое вовлечены различные типы или виды деятельности: производственная, социального функционирования, эксплуатационная, традиционного проектирования и т.п. В роли проектировщиков стали выступать и учёные (кибернетики, психологи, социологи). Проектирование тесно переплетается с планированием, управлением, программированием, прогнозированием и организационной деятельностью. Вовлеченные в проектное движение, они не только трансформируются сами, но и модифицируют проектирование вообще [27].

Заключение

Принципиальным в онтологии проектирования, в отличие от обычного взгляда на проектирование, является исследование не только объекта проектирования, создание его модели, но и исследование самого субъекта проектирования, как актора в роли заказчика, потребителя и исполнителя, и, конечно, самой быстроменяющейся среды проектирования. Онтологический анализ предметной области проектирования погружает нас в «святая святых» - в сознание, память, аккумулированный прошлый опыт, знания, в психологию проектирования. Новая парадигма постнеклассической науки и современная онтология исследуют весь цикл проектирования, включая генезис зарождения идеи из возникающей потребности, трансформации ее в техническое задание на проектирование и сам процесс описания нового артефакта во взаимодействии с проектной средой.

Список источников

- [1] *Парахонский, А.П.* Интеграция и дифференциация наук, их связь с образованием/ А.П. Парахонский, Е.А. Венглинская // *Успехи современного естествознания*. – 2009. – № 9 – С. 86-87.
http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7784057
- [2] *Философия: Энциклопедический словарь*. — М.: Гардарики. Под редакцией А.А. Ивина. 2004.
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ
- [3] *Боргест, Н.М.* Онтология проектирования: теоретические основы. Часть 1. Понятия и принципы. Учеб. пособие. / Н.М. Боргест - Самара: Изд-во СГАУ, 2010. — 92 с.
- [4] *Шведин, Б.Я.* Онтология предприятия: экспириентологический подход. Технология построения онтологической модели предприятия / Б.Я. Шведин. - М.: ЛЕНАНД, 2010. –240 с.
- [5] *Боргест, Н.М.* Онтологическое моделирование в проектировании/ Труды XVII Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Том 3. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2012. – с.25-31.
- [6] <http://ru.wikipedia.org/wiki/Проектирование> [электронный ресурс]
- [7] *Джонс, Дж. К.* Методы проектирования: пер.с англ. – 2-е изд., доп./ Дж.К. Джонс. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
- [8] *Боргест, Н.М.* Автоматизация предварительного проектирования самолета: Учебное пособие/ Н.М. Боргест. – Самара: Самар. авиац. ин-т. – 1992. – 92 с.

- [9] **Носов, Н.А.** Виртуальная психология // Труды лаборатории виртуалистики. Вып. 6 / Н.А. Носов. - М.: Аграф, 2000. - 432 с.
- [10] **Половинкин, А.И.** Основы инженерного творчества. Учебное пособие/ А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
- [11] **Дитрих, Я.** Проектирование и конструирование: системный подход. Пер. с польск./ Я. Дитрих – М.: Мир, 1981, - 456 с.
- [12] **Ильин, Е.П.** Психология творчества, креативности, одарённости / Е.П. Ильин. – СПб.: Питер, 2009. – 448 с.
- [13] **Maslow, A. H.** Motivation and Personality. — New York: Harper & Row, 1954. Абрахам Маслоу. Мотивация и личность. Перевод А.М.Татлыбаевой. - <http://nkozlov.ru/library/psychology/d3478/>
- [14] **Ницше, Фридрих.** Воля к власти. Пер. с нем. / Ф. Ницше. - М.: Издательство «REFL-book» - 1994.
- [15] **Рапопорт, Г.Н.** Искусственный и биологический интеллект: общность структуры, эволюция и процессы познания / Г.Н. Рапопорт, А.Г. Герц. - М.: КомКнига, 2010. – 312 с.
- [16] **Рассел, С.** Искусственный интеллект: современный подход. 2-е изд.: Пер. с англ./ С. Рассел, П. Норвиг. – М.: «Вильямс», 2007. – 1408 с.
- [17] Тематика журнала / Онтология проектирования, №0, 2011. – 8с. См. также соответствующий раздел на сайте журнала - http://agoga.gugu.ru/scientific_journal
- [18] Номенклатура специальностей научных работников (в ред. приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 №294). Утверждена приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.02.2009 г. №59
- [19] **Виттих, В.А.** Интерсубъективные системы как объекты постнеклассической науки / В.А. Виттих // Мехатроника, автоматизация, управление. - №1, 2012. – с.53-55.
- [20] **Бак, Пер.** Как работает природа: теория самоорганизованной критичности. Пер с англ./ Вступ.сл. Г.Г. Малинецкого/ П.Бак. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. - 276 с.
- [21] **Финн, В.К.** Искусственный интеллект: методология, применения, философия/ В.К. Финн. - М.: КРАСАНД, 2011. – 448 с.
- [22] **Акофф, Р.** О целеустремленных системах: человеческое поведение как «система целеустремленных действий». Пер. с англ. под ред. И.А. Ушакова. Изд. 2-е, доп./ Р. Акофф, Ф. Эмери. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 272 с.
- [23] **Грицанов, А.А.** Новейший философский словарь , 1999. <http://vslovar.ru/> Визуальный словарь
- [24] **Ивин, А.А.** Импликации и модальности/ А.А. Ивин.– М.: Институт философии РАН. – 2004 http://iph.ras.ru/elib/Ivin_implicacii.html
- [25] **Степин, В.С.** Философия науки и техники. Учебное пособие/ В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. - М.: Изд-во: Гардарики, 1999. - 400 с.
- [26] **Кохановский, В.И.** Основы философии наук. Учебное пособие для аспирантов/ В.И. Кохановский [и др.]. – Изд. 7-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 603 с.
- [27] **Гурье, Л.И.** Проектирование педагогических систем. Учеб. Пособие/ Л.И. Гурье. — Казань: Казан. гос. тех. ун-т., 2004. – 212с.

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 около 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 about 100 scientific articles and abstracts in the field of CAD and AI.

УДК 519.711.3

ОНТОЛОГИЯ ЦЕНТРОВ КОМПЕТЕНЦИИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ «ОБЛАЧНОЙ» МОДЕЛИ

А.В. Бухановский¹, В.Н. Васильев², Ю.И. Нечаев³

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики

¹avb_mail@mail.ru, ²vasilev@mail.ifmo.ru, ³nechaev@mail.ifmo.ru

Аннотация

Рассматривается формализованная модель комплексной онтологии центра компетенции на основе интеллектуальной технологии iPSE (Intelligent Problem Solving Environment) и высокопроизводительных вычислений в среде «облачной» модели. Разработанная модель онтологии учитывает расширение функциональных возможностей технологии iPSE за счет модификации потока событий (WorkFlow – WF). Указаны направления практических приложений онтологической системы знаний при реализации концепции представления и обработки информации в задачах контроля чрезвычайных ситуаций в сложной динамической среде.

Ключевые слова: онтология, центр компетенции, современная теория катастроф, интеллектуальная технология, высокопроизводительные вычисления, «облачная» модель, поток событий, чрезвычайная ситуация, сложная динамическая среда.

Введение

Разработка интеллектуальных приложений в задачах контроля катастрофических явлений представляет собой одно из перспективных направлений интеграции данных в сложной динамической среде [1-8]. Концепция программного инструментария центра компетенции (ПИЦК) разработана на основе технологии iPSE (Intelligent Problem Solving Environment) [1] и определяет принципы построения инструментальной технологической платформы композитных приложений анализа и прогноза текущих ситуаций в интеллектуальной среде «облачной» модели. Платформа ПИЦК организована в виде интеллектуальной оболочки управления параллельными вычислительными процессами в распределенной иерархической среде, включающей в себя вычислительные системы различной архитектуры [2]. Такой подход расширяет возможности традиционных проблемно-ориентированных инструментальных оболочек PSE (Problem Solving Environment) [5], обеспечивая эффективную производительность композитных приложений за счет использования для управления распределенными вычислениями симбиотических знаний об особенностях чрезвычайных ситуаций в рассматриваемой предметной области и специфике вычислительного процесса.

Реализация ПИЦК ориентирована не только на поддержку высокопроизводительных вычислений для суперкомпьютерных систем с традиционной архитектурой, но и для неоднородных систем, включая гиперкластеры (в рамках модели метакомпьютинга) и Грид-системы. Управление эффективностью выполнения сценария вычислений, задаваемого потоком данных WF, позволяет избежать конфликтных ситуаций при разделении ресурсов между вычислительными модулями и пользователями. Таким образом, система ПИЦК может быть отнесена к классу информационных систем (ИС), обладающих сложной распределенной структурой (структурная сложность), многоцелевым характером преобразования информа-

ции (функциональная сложность), а также ориентацией на учет и формализацию неопределенности (информационная сложность).

1 Концептуальная модель онтологии центра компетенции на основе современной теории катастроф

Концептуальные основы создания платформы ПИЦК базируются на достижениях искусственного интеллекта (ИИ) [3]. Важная роль принадлежит принципу открытости, позволяющему обеспечить наиболее сложные уровни иерархической структуры системы – самоорганизацию и самообучение. В результате открываются возможности интерпретации процессов при анализе альтернатив и принятии решений, а также при моделировании действий системы в процессе решения задачи и «обучении» на своем опыте. На рисунке 1 приведена концептуальная схема ПИЦК, определяющая онтологические принципы функционирования системы при контроле чрезвычайных ситуаций на основе методов современной теории катастроф [4].



Рисунок 1 – Концептуальная модель онтологии современной теории катастроф, реализуемая в ПИЦК

Взаимодействие с многопрофильной интеллектуальной технологической платформой ПИЦК осуществляет оператор, реализующий оперативный контроль вычислительного процесса в рамках «облачной» модели. Предметно-ориентированные вычислительные модули представлены соответствующим репозиторием и являются основной частью системы. Композитные приложения и их параллельное исполнение на распределенной вычислительной инфраструктуре реализованы независимо. При этом система гибко учитывает возможности внутреннего распараллеливания, заложенные в каждом из компонентов.

2 Формальная модель онтологии центра компетенции

Формальная модель онтологии ПИЦК определяет последовательность обработки информации в соответствии с функциональным назначением системы. Поток информации, реализующий онтологию чрезвычайных ситуаций как системообразующий элемент, представлен на рисунке 2. Здесь указаны все элементы ПИЦК в рамках концептуальной модели предметной области на основе комплексной онтологии проектирования сложных систем. Модель он-

тологии инвариантного ядра ПИЦК, как программной системы, включает в себя предметную область, базу знаний и базу данных. В функциональном аспекте эта модель содержит следующие компоненты [1, 2]:

$$(1) \quad \langle S(F), S(M), S(W), P_F, T_F, A, X, Y \rangle.$$

Первые три компонента кортежа (1) являются структурами, заданными на множестве элементов $S_i \in S$, которые соответствуют основным компонентам программной системы. Так, $S(F) = \{S_{F1}, \dots, S_{FN}\}$ – совокупность функциональных подсистем, определяющих основные возможности программной системы. $S(M)$ – структурная схема системы, включающая множество $M \equiv \text{Set}(S(M))$ ее компонентов и имеющая собственную организацию $\text{Org}(S(M))$; $S(W)$ – условия формирования целостной системы (цели функционирования, принципы и алгоритмы управления, качество результата решения задачи и эффективность).



Рисунок 2 – Формальная модель онтологии чрезвычайных ситуаций, реализуемая в ПИЦК

Структурная схема системы $S(M)$ в (1) определяется компонентами:

$$(2) \quad S(M) = \langle M, C, T_M \rangle,$$

где C – множество, определяющее совокупность связей между элементами в соответствии с организацией $\text{Org}(S(M))$, а T_M – множество моментов времени в виде последовательности взаимодействия между компонентами. Управляя составом T_M , можно строить на основе указанных компонентов различные динамические архитектуры. В рамках семиотического подхода множество элементов M в структуре S можно описать следующим образом:

$$(3) \quad M = \langle \{m_i\}, I(M), F(M), Q(S) \rangle.$$

Здесь $\{m_i\}$ - множество формальных или логико-лингвистических моделей, реализующих заданные интеллектуальные функции в рамках данного элемента; $I(M)$ – функция выбора необходимой модели (совокупности моделей) в текущей ситуации; $F(M)$ – множество функций модификации моделей m_i ; $Q(S)$ – функция модификации системы S и ее базовых компонентов $I(M), F(M)$. Правила задания (3) определяют характеристики адаптивной составляющей, отвечающей за расширение функциональности, получение новых знаний и приобретение знаний на основе накопленных данных.

Условия формирования системы $S(W)$ представляются совокупностью

$$(4) \quad S(W) = \langle G, R, U_R, K_R, E_G \rangle,$$

где G – цели, обеспечивающие реализацию задачи R , определяющей онтологию системы; U_R – принципы и алгоритмы управления объектом разработки; K_R – качество результата решения задачи; E_G - эффективность, определяющая, какой ценой достигается цель G .

На основе концепции ПИЦК задача R формулируется пользователем на языке предметной области. Целью системы, обеспечивающей решение задачи, является выполнение вычислений при фиксированном наборе параметров (точности расчетов, задаваемых в K_R) за время $T \in T_F$. Принципы U_R заключаются в создании композитного приложения, которое при принятом наборе параметров эффективно выполняется на заданной архитектуре, а в качестве показателя E_G используется классическое понятие параллельной эффективности.

В кортеж (1) также входят параметры, определяющие динамические характеристики ПИЦК: P_F – множество функциональных параметров и T_F – множество моментов времени, инвариантных объектам моделирования, уровню их организации и предметной области. Множество P_F представляет собой наборы функциональных параметров для совокупностей (X, Y, A)

$$(5) \quad P_F^x = \{\pi_F^x\}, P_F^y = \{\pi_F^y\}, P_F^A = \{\pi_F^A\}$$

и подразделяется по области действия на локальные и глобальные параметры. Локальные параметры (P_F^x, P_F^y) являются численными характеристиками отдельного блока (функциональной подсистемы S_{Fi}), сфера действия которых ограничена математической моделью этого блока. Глобальные параметры P_F^A представляют собой характеристики всей системы либо ее нижних уровней иерархии (макроблоков). Параметры любого типового блока задаются в виде выражений, содержащих глобальные параметры.

Оператор $A: X \rightarrow Y$ определяет процесс интерактивного взаимодействия «Оператор – ЭВМ» в процессе функционирования системы $S(F)$; $X = X_j (j = \overline{1, n})$ и $Y = Y_i (i = \overline{1, m})$ – вектор-множества входных и выходных данных. Эти данные включают в себя требования к структуре и функционалу разрабатываемого композитного приложения, представляемые на языке предметной области, а также входные и выходные данные – результаты вычислений.

Формальная модель (1)–(5) позволяет привести описание онтологии ПИЦК на основе iPSE как программной оболочки в соответствии со стандартом IDEF0 информационных систем общего плана. При этом концепция ПИЦК расширяет спецификацию стандарта, поскольку является системой распределенного ИИ. Эта система сочетает строгие формальные методы с эвристическими методами и моделями, базирующимися на знаниях экспертов, моделях рассуждений, имитационных моделях, накопленном опыте эксплуатации.

3 Архитектура и информационные потоки центров компетенции в интеллектуальной среде «облачной» модели

Модель (1)–(5) определяет онтологию, формализующую основные информационные потоки в ПИЦК и может быть отображена на архитектуру программной системы. На рисунке 3 приведена типовая архитектура системы ПИЦК, интегрирующая информационную среду анализа чрезвычайных ситуаций. Система содержит функциональные компоненты, обеспечивающие логический вывод на основе динамической базы знаний, реализуемый под управлением программного модуля. ПИЦК предоставляет пользователю когнитивный диалоговый интерфейс, который включает в себя конструктор сценариев исполнения, посредством которого формируется входная информация для расчетов с максимальным использованием понятийной базы и справочной информации соответствующей предметной области. В состав ПИЦК входит модуль, отслеживающий и анализирующий действия оператора с целью возможной коррекции или оптимизации его действий.



Рисунок 3 – Общая программная архитектура, определяющая онтологию информационной среды ПИЦК

Важную роль при контроле чрезвычайных ситуаций выполняет модуль научной визуализации, а также модуль валидации и верификации результатов расчетов. Его назначение – на основе знаний предметной области формировать соответствующие тестовые задания для оценки работоспособности разрабатываемых пользователем композитных приложений. Таким образом, в рамках ПИЦК на основе комплексной онтологии реализуются разнообразные функции, обеспечивающие функционирование программного комплекса.

Взаимоотношения в системе ПИЦК регламентируются посредством метаописания структуры и состава в форме комплексной онтологии. В рамках онтологии определены формы представления параметров, включая вид и структуру моделей параллельной производительности. Адаптивные функции реализуются посредством модуля получения новых знаний. Он объединяет в себе интеллектуальный редактор знаний для непосредственного взаимодействия с экспертами, компонент приобретения знаний из внешних источников посредством технологий web-mining, а также компонент ретроспективного анализа результатов предыдущих запусков с целью самообучения системы.

Подсистема логического вывода является основным механизмом интеллектуальной оболочки, реализующей вывод на знаниях, ассоциированных с основными программными компонентами управляющего ядра программного комплекса. На основе этих знаний подсистема интерпретирует задание (метаописание, предоставленное пользователем) и путем формирования активных фактов предметной области определяет набор вычислительных сервисов и

сценарий их взаимодействия. После этого ведется построение последовательности конкурирующих оптимальных расписаний параллельного выполнения по данным мониторинга текущего состояния вычислительного комплекса.

4 Формальная процедура онтологии управления производительностью композитного приложения ПИЦК

Принятие решений о режиме исполнения композитного приложения осуществляется на основе априорной информации, математических моделей и структурированной базы знаний с использованием различных методов обработки результатов мониторинга вычислительной среды и учетом неполноты и неопределенности данных, вызываемых немонопольным доступом к вычислительным ресурсам. Онтология, формализующая контроль чрезвычайных ситуаций, представлена на рисунке 4. В рамках этой парадигмы регламентируется возможность *интеллектуального управления* производительностью композитных приложений. Эффективное взаимодействие сервисов организуется подсистемой управления, которая выполняет операцию логического вывода (строит оптимальное расписание) на основе знаний о производительности, заложенных в функциональных сервисах, и данных о функционировании распределенной системы в целом посредством ее мониторинга в режиме реального времени.

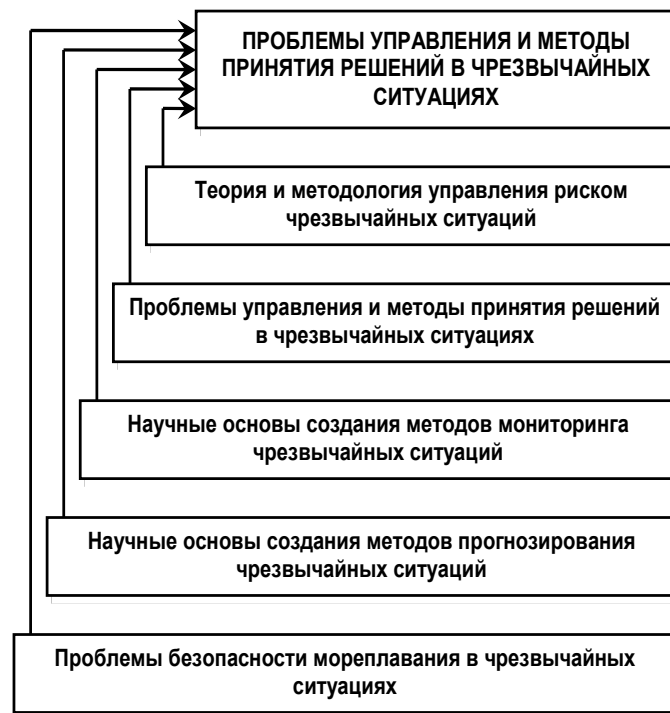


Рисунок 4 – Онтология, определяющая управление и методы принятия решений в чрезвычайных ситуациях

Так как композитное приложение описывается в форме потока задач (WF), формальный механизм построения описания композитного приложения сводится к последовательности преобразований AWF в конкретный (или частично конкретный) CWF. В качестве модели AWF выступает ориентированный ациклический граф $W_a = \{w_a = (V_a, E_a)\}$, где множество вершин V_a – решаемые подзадачи, а множество ребер E_a – зависимости между ними. Промежуточным этапом организации схемы построения приложения является частично конкретный WF, представимый в форме:

$$(6) \quad \begin{aligned} W_i &= \{(w_i = (V_i, E_i), state, resource)\}, \\ state: V_i &\rightarrow \{done, running, scheduled, not_scheduled\}, \\ resource: V_i &\rightarrow C \cup \{\emptyset\}, \end{aligned}$$

где $state$ – функция отображения множества решаемых подзадач на множество состояний планирования: «выполнено», «запущено», «спланировано», «не спланировано»; $resource$ – функция отображения множества решаемых задач на множество доступных ресурсов C .

Для составления расписания используется процедура планирования:

$$(7) \quad sched: W_i \times T_0' \times H \rightarrow W_i,$$

где T_0' – множество, содержащее характеристики времени исполнения основных сервисов в составе WF, H – характеристики распределенной среды. Ход исполнения WF в целом может быть представлен в виде последовательности частично конкретных WF (CWF):

$$(8) \quad \begin{aligned} W_c(w_a \in W_a, sched, t_0', h \in H) &= \{(w_i)\}, \\ w_0 &= \{w_a, state(v) = not_scheduled, resource(v) = \emptyset\}, \\ w_i &= sched(w_{i-1}, t_0', h), i > 0. \end{aligned}$$

При этом функция оценки времени окончания счета на i -м вычислительном ресурсе t_0' (основная характеристика процесса синхронизации) представляет собой отображение вида:

$$(9) \quad t_0' : H \times N \rightarrow R^+.$$

Значения t_0' определяются рамках концепции ПИЦК и интерпретируются как априорные знания предметной области, формой представления которых являются параметрические модели производительности, ассоциированные с доступными вычислительными сервисами предметной области, входящими как базовые структурные блоки в (7), (9).

5 Реализация онтологии центров компетенции в интеллектуальной среде «облачной» модели

На рисунке 5 приведена типовая архитектура ПИЦК на базе технологии iPSE, реализующая особенности разработанной концепции. Программная система функционирует в режиме реального времени в интеллектуальной среде «облачной» модели.

Анализ альтернатив и принятие решений осуществляются на основе данных динамических измерений, априорной информации, математических моделей и структурированной базы знаний с использованием различных методов обработки результатов мониторинга вычислительной среды с учетом неполноты и неопределенности данных. При этом система совмещает различные подходы к представлению знаний – декларативный и процедурный. Декларативная часть системы обеспечивает описание допустимых возможностей, а процедурная – организацию доступа к данным, реализацию вычислительных алгоритмов, интерфейс пользователя.

На основе концепции ПИЦК реализован ряд проблемно-ориентированных программных систем, в частности, высокопроизводительный программный комплекс для контроля чрезвычайных ситуаций, связанных с наводнениями Санкт-Петербурга [8].

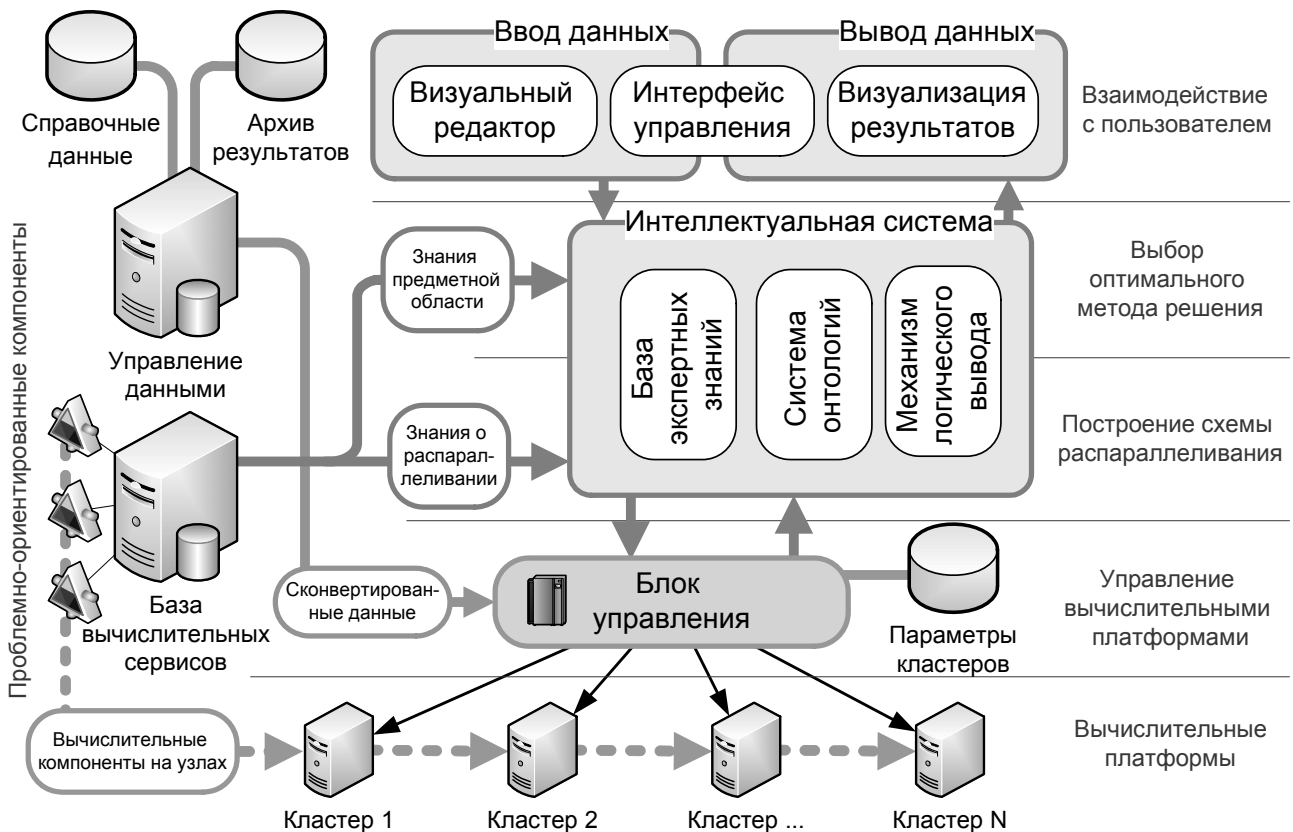


Рисунок 5 – Практическая реализация онтологии центра компетенции в интеллектуальной среде «облачной» модели

Заключение

Таким образом, на основе проведенного исследования разработан подход, методы и модели концепции ПИЦК, обеспечивающей построение проблемно-ориентированной среды распределенных вычислений на основе интеллектуальных технологий создания и управления композитными приложениями. В рамках данной концепции обосновано использование онтологических представлений знаний для описания композитных приложений, формализации структуры приложений, построения оптимального расписания исполнения композитного приложения и визуализации больших объемов данных в распределенной среде. Разработана структурная схема и алгоритм функционирования интеллектуальной модели, осуществляющий преобразование композитного приложения в формах MWF-AWF-CWF с последующим его исполнением на распределенной инфраструктуре «облачных» вычислений.

Работа выполнена в рамках комплексных НИОКР: «Создание распределенной вычислительной среды на базе облачной архитектуры для построения и эксплуатации высокопроизводительных композитных приложений», выполняемой в рамках реализации постановления Правительства РФ №218 (платформа облачных вычислений на базе концепции iPSE); «Распределенные экстренные вычисления для поддержки принятия решений в критических ситуациях», выполняемой в рамках реализации постановления Правительства РФ №220 (интеллектуальные технологии ППР в рамках современной теории катастроф).

Список источников

- [1] **Бухановский, А.В.** Интеллектуальные высокопроизводительные программные комплексы моделирования сложных систем: концепция, архитектура и примеры реализации / А.В. Бухановский, С.В. Ковальчук, С.В. Марьин // Известия вузов. Приборостроение. - 2009. - Т. 52, № 10. - С. 5–24.
- [2] *Всероссийская суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: решение больших задач»* [Электронный ресурс] <<http://agora.guru.ru/display.php?conf=abrau2008>>.
- [3] **Нечаев, Ю.И.** Искусственный интеллект: концепции и приложения / Ю.И. Нечаев – СПб.: ГМТУ, 2002.
- [4] **Нечаев, Ю.И.** Теория катастроф: современный подход при принятии решений / Ю.И. Нечаев – СПб.: Арт-Экспресс, 2011.
- [5] **Rice, J.R.** From Scientific Software Libraries to Problem-Solving Environments / J.R. Rice, R.F. Boisvert // IEEE Computational Science & Engineering. - 1996. - Vol.3, N.3. - P. 44-53.
- [6] *GTSI Cloud Computing Maturity Model* [электронный ресурс] <http://www.gtsi.com/sms/documents/White-Papers/Cloud-Computing.pdf>
- [7] *Urgent Computing Workshop 2007*. Argonne National Lab, University of Chicago, April 25-26, 2007 [Электронный ресурс]: <<http://spruce.teragrid.org/workshop/urgent07.php>>.
- [8] **Бухановский, А.В.** Высокопроизводительные технологии экстренных вычислений для предотвращения угрозы наводнений / А.В. Бухановский, А.Н. Житников, С.Г. Петросян, П.М.А. Слоот // Известия вузов. Приборостроение. - 2011. - Т. 54, № 10. - С. 14-20.

Сведения об авторах



Бухановский Александр Валерьевич, доктор технических наук, профессор, директор НИИ наукоемких компьютерных технологий Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики.

Boukhanovsky Alexandr Valerievich, D. Sc., professor, director of scientific research institute of the high computer technology of the St.-Petersburg National Research University Information Technologies, Mechanics and Optics.



Васильев Владимир Николаевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, ректор Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики.

Vasilev Vladimir Nikolaevich, Korr. Member RAS, D. Sc., professor, rector of the St.-Petersburg National Research University Information Technologies, Mechanics and Optics.



Нечаев Юрий Иванович, заслуженный деятель науки РФ, академик РАЕН, доктор технических наук, профессор, ведущий 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 Honoured 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 681.3

РЕПОЗИТОРИИ ОНТОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.Я. Гладун¹, Ю.В. Рогушина²

¹Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАНУ и МОНУ,
г.Киев, Украина
glanat@yahoo.com

²Институт программных систем НАНУ, г.Киев, Украина
ladamandraka2010@gmail.com

Аннотация

Представлен анализ репозиториях онтологий – средств эффективного хранения и поиска онтологий или их компонентов, обеспечивающих их повторное использование в интеллектуальных информационных системах для решения задач распознавания информационных объектов в распределенной среде. Сформулированы требования к концептуальной структуре репозитория онтологий. Проанализированы направления интеграции семантических поисковых систем с репозиториями онтологий для описания предметной области поиска и требования, предоставляемые поисковыми системами к стандартам онтологических метаданных и формам их представления.

Практическое использование репозиториях обеспечивает пользователей поисковых систем онтологиями, наиболее пригодными для решения стоящих перед ними задач (как с точки зрения релевантности, так и с точки зрения качества), а также позволяет выполнять задачу распознавания различных типов информационных объектов, которые обнаруживает поисковая система.

Ключевые слова: онтология, репозиторий онтологий, информационный объект, семантический поиск, интероперабельность, метаданные, стандарты Semantic Web.

Введение

При разработке интеллектуальных Web-приложений существует определенная специфика: функционируя в открытом информационном пространстве, эти приложения нуждаются в постоянном обновлении знаний и их подкачке из внешней среды. Онтологии представляют собой интероперабельное представление знаний, для которых сегодня уже созданы общепринятые стандарты, языки представления, инструментальные средства редактирования и логического вывода, а также имеется в наличии фундаментальная математическая база. Однако до сих пор нет четко сформулированных методов управления знаниями на основе онтологий, которые можно было бы непосредственно реализовывать в прикладных системах, в особенности – для распознавания различных *информационных объектов* (ИО), представляющих интерес для пользователя и необходимых для решения поставленных им проблем. Именно восприятие и распознавание ИО – наиболее важные задачи при разработке интеллектуальных информационных систем, которые базируются на знаниях [1, 2].

ИО представляет собой некую сущность, содержащую в себе сведения о каком-либо реальном или виртуальном объекте (предмете, существе, событии, процессе и т.д.) – уникально идентифицированной материальной или нематериальной сущности реального мира - и описывающую его структуру, атрибуты, ограничение целостности и, возможно, поведение. Например, объектом может быть человек, публикация, организация, город, а информационным объектом – их описание. В концепции Semantic Web и информационном пространстве Web

информационными объектами являются также такие объекты нематериального мира, как онтологии, программные агенты, Web-сервисы, информационные ресурсы, метаданные, базы данных и т.д.

Поиск ИО может базироваться на онтологии соответствующей предметной области (ПрО). Каждый ИО соответствует некоторому классу онтологии или является экземпляром какого-то класса и имеет заданную этим классом структуру. Например, «Сидоров Иван Иванович» – экземпляр класса «человек», а «научный сотрудник» – подкласс класса «человек». Между ИО могут существовать различные связи, семантика которых определяется отношениями, заданными между соответствующими классами онтологии. Эти отношения также могут использоваться при поиске. Содержательный доступ к систематизированным знаниям и информационным ресурсам заданной области знаний обеспечивается с помощью развитых средств навигации и поиска [3].

Проблема восприятия, распознавания и интерпретации объектов в информационных технологиях – комплексная проблема, которая разбивается на отдельные подзадачи [4]. При этом традиционное распознавание образов, распознавание речи и распознавание текста *являются лишь частными случаями значительно более общей проблемы*. Распознавание предполагает обнаружение в каком-либо информационном ресурсе (ИР) сведений о том или ином ИО, интересующем пользователя. Например, распознавание лиц – это обнаружение в графическом ИР элементов, характеризующих внешние данные ИО типа «человек». При онтологическом подходе задача распознавания может сводиться к задаче классификации, когда ИР и их фрагменты связываются с различными классами и экземплярами классов онтологии интересующей пользователя ПрО. Следует отметить, что такая классификация зависит от онтологии ПрО. Например, один и тот же текстовый ИР для одной онтологии ПрО будет связан с классом «предприятие», а для другой – «географический объект».

В современных интеллектуальных приложениях задача распознавания обычно формулируется следующим образом: необходимо найти (например, через Web):

- *ИР*, релевантные поставленной пользователем задаче;
- *сведения*, относящиеся к некоторым классам онтологии ПрО или к их экземплярам;
- *структуры*, которые отражены при помощи онтологии ПрО и которые являются существенными с точки зрения стоящей перед пользователем проблемы.

Например, пользователю необходимо найти набор исполнителей для выполнения определенной НИР или проекта. Для этого надо:

- 1) найти в Web документы, содержащие описания специалистов в этой ПрО;
- 2) извлечь из этих документов интересующую пользователя информацию о компетенциях (под компетенцией, как правило, подразумеваются личные способности – знания, умения и навыки – специалиста, позволяющие решать определенные классы профессиональных задач, измеряемые на основе системы индикаторов его поведения) и специалистах (например, стаж или место работы);
- 3) создать соответствующие экземпляры онтологии и заполнить значения их свойств.

Следует отметить, что в Европе и в США уже давно ведутся работы по созданию и применению онтологий компетенций для согласования требований к сотрудникам. Онтологические структуры позволяют значительно облегчить поиск информации о специалистах, т.к. значительную часть сведений не надо извлекать повторно из неструктурированных документов.

1 Онтологический подход к представлению знаний в распределенных приложениях

Для интероперабельного представления знаний в Web сегодня все чаще применяют онтологический подход, который обеспечивает повторное и совместное использование накопленных ранее знаний. На современном этапе развития ИТ большинство интеллектуальных Web-приложений использует технологии и стандарты, разработанные в рамках проекта Semantic Web [5], в частности, для представления знаний в таких системах используют онтологии на языке OWL. Управление онтологическими знаниями в среде Semantic Web требует создания соответствующих средств получения, сохранения, поиска и использования знаний с учетом таких свойств среды Web, как динамичность и гетерогенность [6].

В различных источниках предлагаются разные формальные модели представления онтологий. Во всех них присутствует:

- 1) множество терминов (понятий, концептов), которое может подразделяться на множество классов и множество экземпляров;
- 2) множество отношений между понятиями, в котором могут явным образом выделяться отношения «класс-подкласс», иерархические (таксономические) отношения и отношения синонимии (подобия), а также функции – специальный случай отношений, для которых n -й элемент отношения однозначно определяется $n-1$ предшествующими элементами;
- 3) аксиомы и функции интерпретации понятий и отношений.

Формально онтология O представляется тройкой $O = \langle X, R, F \rangle$, где X – множество концептов, R – множество отношений между концептами, F – функции интерпретации концептов из множества X и отношений из R [7]. Данная модель носит общий характер, тогда как на практике пользуются более точными моделями, в частности, связанными со стандартами и языками представления онтологий OWL.

Для представления и обработки OWL существует теоретический базис в виде семейства логик DL, обеспечивающий доказательность логического вывода на онтологиях, а различные средства логического вывода позволяют осуществлять вывод на структурированных данных (OWL и RDF). Проанализировав выразительные возможности разных средств представления онтологий и формальные модели онтологий, можно утверждать, что существующие технологии Semantic Web предлагают разные средства описания онтологий, которые отличаются по своим выразительным возможностям и по своей сложности: RDF Schemas предоставляет простейший уровень для представления онтологий, а OWL Full – наиболее сложный. Выбор средства представления онтологии зависит от специфики проблемы, для которой она разрабатывается.

Онтологию можно рассматривать как основу для представления структуры информационного объекта, которую описывает класс онтологии, а различные ИР – как источники для создания экземпляров этого класса. Такой подход позволяет интегрировать информацию, поступающую из различных источников, и формировать необходимые пользователю знания.

При этом задача подразделяется на несколько подзадач:

- формирование (или поиск) онтологии, отражающей структуру информационного объекта (или множества объектов), знания о которых необходимы пользователю для решения стоящей перед ним проблемы;
- поиск ИР, явно или неявно содержащих сведения об этих ИО;
- извлечение знаний об ИО из ИР;
- представление извлеченных знаний в форме, понятной и удобной пользователю.

2 Многократное использование онтологий для семантического поиска

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к увеличению количества онтологий, ставших доступными для повторного использования. Онтология может использоваться как спецификация информационной системы, поскольку она определяет знание, которое требуется для выполнения задач разрабатываемой системы. Совместное и многократное использование онтологий, относящихся к различным ПрО и приложениям, может значительно улучшить архитектуру интеллектуальных информационных систем.

Современные поисковые системы на основе технологий Semantic Web (например, Swoogle и Watson) уже проиндексировали несколько десятков тысяч онтологий [8]. Эта новая информационная среда, в которой онтологии совместно используются и могут быть связаны через Web (сети онтологий), обеспечивает базис Semantic Web, но требует решения новых проблем, связанных с повторным использованием онтологий, их хранением, публикацией, поиском и модуляризацией [9].

В широком смысле задача поиска информации – это процесс выявления в массиве доступной информации тех объектов, которые удовлетворяют некоторым (явно или неявно заданным) условиям. Результатом такого поиска может быть онтология, отдельный документ, фрагмент документа или же сведения о каком-либо объекте заданного пользователем типа (географическом пункте, человеке, организации, товаре и т.д.). В настоящее время информационный поиск – бурно развивающаяся область науки, популярность которой обусловлена экспоненциальным ростом объемов сведений в Web. Его цель – помочь пользователю удовлетворить его информационную потребность.

В общем случае поиск информации состоит из четырех этапов:

- определение информационной потребности пользователя и построение поискового запроса, отражающего эту потребность;
- определение совокупности доступных ИР и их характеристик;
- извлечение информации из выявленных ИР;
- предоставление пользователю результатов поиска в форме, позволяющей обеспечить удовлетворение его информационной потребности.

Существующим информационно-поисковым системам (ИПС) присущ ряд серьезных недостатков. Даже те ИПС, которые используют знания и онтологии, не всегда корректно анализируют контекст для решения проблем омонимии (например, слово «ключ» в зависимости от ПрО может обозначать источник воды или устройство для открывания замков) и синонимии (например, в запросе использовалось слово «болезнь», а в документе «заболевание») в естественном языке (ЕЯ). Кроме того, недостаточно эффективно реализуется извлечение информации из найденных ресурсов, ее сопоставление с тем информационным объектом, который интересует пользователя (например, извлечь из документа биографические сведения об интересующем пользователя человеке, а не просто дать ссылку на содержащий их документ), и интегрирование информации из различных ИР, что требует от пользователя самостоятельно выполнять эту рутинную работу. Это связано с тем, что данные операции нуждаются в знаниях о ПрО поиска, представленных в интероперабельной форме и доступных поисковой системе для повторного использования.

В определенной мере решить проблемы автоматизации создания и пополнения онтологий позволяет использование семантической разметки, формируемой различными микроформатами, Linked Data и семантическими Wiki (OntoWiki, PlatypusWiki, Ikewiki, WikiSAR, Semantic MediaWiki и т.д.). На основе семантически размеченных текстов можно автоматизировать создание онтологий, содержащих термины, соответствующие тегам такой семантической разметки, извлекать информацию о связях между терминами из связей между соответствующим образом помеченными фрагментами текста. Но проблема заключается в том,

что создаваемые подобным образом онтологии используют только те теги, которые отражают информационные интересы определенного сообщества в целом, а не конкретного пользователя, решающего конкретную проблему.

Анализ современных НИР и практических программных разработок в области информационного поиска свидетельствует о том, что при обилии, динамичности и гетерогенности доступной через Web информации, разнообразии средств ее обработки имеется насущная потребность не только в универсальных поисковых алгоритмах и стратегиях, но и в использовании знаний – причем как по тематике ПрО поиска, так и о специфике различных типов ИР, а также об особенностях тех пользователей (людей или программных агентов), для которых предназначены результаты поиска. Использование знаний позволяет уточнить (расширить или сузить) поисковый запрос, обнаруживать некие неявные смысловые соответствия между запросами и информационными ресурсами.

Семантический поиск представляет собой разновидность автоматизированного информационного поиска, в котором учитываются *смысловые аспекты* запроса пользователя, доступных информационных ресурсов (ИР), среди которых осуществляется поиск, и контекста запроса [10]. При семантическом поиске его предметом может быть не конкретный ИР или его фрагмент, а информационный объект определенного класса.

Нередко системы семантического поиска сводят к поисковым системам, способным обрабатывать запросы на ЕЯ [11], или к системам, обрабатывающим метаданные о ресурсах. Однако семантический поиск – это более широкое понятие. Как правило, он предполагает семантический анализ естественно-языковой составляющей объектов и запроса пользователя. Для семантического анализа могут применяться контент-анализ, метод семантических падежей, ассоциативный анализ, метод тематической классификации на основе модели структурного представления текста, семантический дифференциал, латентно-семантический анализ и т.д.

Принципиальная особенность семантического поиска состоит в том, что тем или иным образом анализируются не только формальные параметры рассматриваемых объектов, но и их семантика. Например, при семантическом поиске можно искать не просто человека с заданной фамилией, а компетентного рецензента для заданной научной статьи. Эффективность поиска можно значительно повысить за счет интеллектуального анализа объектов, для которого применяются агентный и онтологический подходы. При этом онтологии могут применяться как для описания семантики контента отдельного документа и его структуры, так и для описания тех объектов, информация о которых нужна пользователю (например, об организациях или о географических объектах).

Например, новый поисковый проект Google Knowledge Graph поможет найти сведения только определенного типа: описания и факты, которые находятся в открытом доступе в Интернете; изображения из Интернета, наиболее релевантные запросу; похожие запросы, которые позволяют получить дополнительную информацию (например, при поиске Эйфелевой башни отображаются также и другие достопримечательности Парижа); местоположение на карте или другие сведения, относящиеся к запросу. При поиске Knowledge Graph не просто ищет вхождение ключевых слов, а анализирует, в каком контексте они употребляются.

При переходе к семантическому поиску возникает проблема *распознавания* различных ИО. Распознавание ИО предполагает обнаружение в каком-либо ИР сведений о том или ином ИО, интересующем пользователя. Распознавание ИО можно рассматривать как частный случай задачи распознавания образов, которое в Википедии определяется как отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных.

При распознавании образов необходимо провести классификацию объектов из заданного множества по имеющимся описаниям объектов и классов [12]. Стандартная постановка задачи распознавания образов заключается в том, чтобы для множества объектов M , описываемых набором признаков, и представляемого в виде объединения непересекающихся подмножеств (классов) $M = \bigcup_{j=1}^p M_j$, таких, что $\forall j \neq k, M_j \cap M_k = \emptyset$, причем для K – части объектов из M , $\forall k_i \in K, i = \overline{1, n}, K \subseteq M$ – известно, к какому именно классу они относятся, требуется по набору значений признаков объектов из $L = M \setminus K$ определить класс этих объектов.

3 Постановка задачи

Создание интеллектуальных систем для поиска и распознавания различных информационных объектов в распределенном информационном пространстве Web требует разработки методов и инструментов, которые способны не только извлекать и обрабатывать новые знания, но и повторно использовать знания, полученные ранее. Одним из возможных решений этой задачи является использование *репозиториев онтологий*, которые обеспечивают хранение, поиск, оценивание и безопасное использование онтологий, а также управление изменениями в них, персонификацией, разделением, отображением и интеграцией. При этом возникает задача формирования требований к метаописаниям онтологий, помещаемых в такие репозитории, и выработка единого стандарта, реализующего эти требования.

В связи с этим становится понятной необходимость исследования того, какие именно сведения об онтологиях позволяют обеспечить их повторное использование в различных интеллектуальных приложениях, в частности, для задач, связанных с семантическим поиском и распознаванием разных типов информационных объектов, соответствующих классам онтологий, и какие функциональные возможности репозиториев онтологий могут для этого использоваться.

4 Источники знаний для семантического поиска

Очевидно, что для семантического поиска необходимы не только методы и алгоритмы обработки семантики ИР, но и формально представленные знания о ПрО поиска, в частности, онтологии соответствующей ПрО. В общем случае можно выбрать один из трех возможных источников таких онтологий – создать новую онтологию, модифицировать уже имеющуюся или найти созданную ранее и удовлетворяющую потребностям пользователя. Для создания онтологий могут быть использованы ручное построение онтологии специалистом ПрО, автоматизированная обработка метаданных об ИР, получение онтологических знаний из естественно-языковых текстов, применение индуктивного вывода. Модификация онтологий может выполняться вручную либо автоматизированно при помощи логических операций над существующими онтологиями (пересечение, объединение, разность и т.д.).

Пользователю надо либо самому создать онтологию, отражающую его информационные интересы к определенной ПрО, чтобы потом использовать ее при поиске ИР, что довольно сложно, либо повторно использовать онтологии, созданные ранее другими исследователями и покрывающие область его интересов, – или непосредственно без каких-либо изменений, или расширяя и изменяя ее. Но для этого пользователю требуются средства для поиска таких онтологий, которые связаны с нужной ему ПрО и обладают требуемой степенью сложности и детальности.

Разработанные W3C стандарты Semantic Web обеспечивают интероперабельное представление знаний в Web. Язык RDF позволяет создавать метаописания ИР, в которых явным

образом описывается их семантика; OWL позволяет представлять знания о ПрО в виде онтологий, которые можно использовать и обрабатывать в различных приложениях; язык запросов SPARQL позволяет извлекать из метаописаний RDF и онтологий OWL необходимые знания. Для обработки OWL-онтологий существует теоретический базис в виде семейства логик DL, обеспечивающий доказательность логического вывода на онтологиях, а различные средства логического вывода (reasoners) обрабатывают запросы к структурированным данным в форматах OWL и RDF.

Пополнение онтологии ПрО может осуществляться при помощи лингвистического анализа текстов, определенных пользователем в соответствии с представлениями о своих информационных потребностях. На сегодняшний день разработан ряд методов и инструментов для автоматизированного построения онтологий и тезаурусов по полнотекстовым ИП. Существуют средства сопоставления запросов и ресурсов, ориентированные на семантический поиск Web-сервисов, которые могут использоваться и для поиска ресурсов других типов, а также средства сопоставления (matching) онтологий (например, онтологии запроса пользователя и онтологии ИП) [13, 14].

Существуют ИПС, ориентированные на поиск в структурированных данных (в частности, представленных в форматах OWL и RDF), например, системы Swoogle, VisiNav, Falcons. Например, Swoogle осуществляет поиск по тексту документов Semantic Web: находит документы, использующие онтологию X или описывающие ресурс Y . Система индексирует документы в форматах N-Triples, RDF/XML и N3 (RDF). При этом обрабатываются как документы, полностью составленные с помощью этих языков, так и Web-страницы, включающие элементы семантического кода. Однако в этих ИПС поиск ведется, как правило, по ключевым словам, и поэтому возникают проблемы с обнаружением онтологии, интересующей пользователя и имеющей приемлемую для него сложность.

Кроме того, основная часть ИП, представленных сегодня в Web, не сопровождается метаданными RDF (а если и сопровождается, то доверие к этим метаданным остается открытым вопросом) или какими-либо онтологиями, а построение онтологий ИП может быть автоматизировано только частично и, в любом случае, требует участия человека на ряде этапов, оставаясь при этом достаточно длительным и трудоемким процессом. Кроме того, процесс сопоставления двух независимых онтологий – сложная и трудоемкая процедура.

5 Репозитории онтологий

Повторное использование и открытый доступ к знаниям являются одним из ведущих мотиваций для Semantic Web. В последние годы онтологии применяются во многих прикладных интеллектуальных информационных системах, особенно в контексте Semantic Web. Следует отметить, что, несмотря на тот значительный интерес, который проявляют украинские [15-17] и российские [18-25] исследователи к самым разнообразным аспектам онтологического анализа – автоматизированному построению онтологий, их сопоставлению, пополнению и анализу, именно вопросы хранения и создания метаописаний онтологий остаются практически не затронутыми. Впрочем, и во всем мире в этом направлении сделано недостаточно для эффективного решения задачи повторного использования онтологий.

Академические и промышленные разработки, связанные с использованием онтологий, обеспечивают новые технологии в этой области. Сегодня в Web находится большое количество онтологий из самых разных ПрО. Но из-за сложности структуры онтологий и их большого количества пользователю тяжело не только вносить в них изменения и дополнения (реинжиниринг), но и вообще найти релевантную по тематике и уровню сложности онтологию. Таким образом, накопилось довольно большое количество онтологий, хранящих интеллект

многих экспертов и разработанных независимыми разработчиками, что вызывает потребность в средствах для их совместного и повторного использования. Это делает актуальной задачу создания репозитория онтологий, предназначенных для обеспечения хранения и поиска онтологий и онтологических модулей.

Первым шагом в этом направлении были подходы по созданию коллекций онтологий и соответствующих им ресурсов. Первоначальные проекты по сбору базы существующих онтологий предлагали создание библиотечных систем, которые предоставляют различные функции для управления, адаптации и стандартизации групп онтологий. Эти системы являются важными средствами для группировки и реорганизации онтологий, для их дальнейшего повторного использования, интеграции, технического обслуживания, отображения и управления версиями. Примерами библиотечных систем являются: WebOnto, Ontolingua, DAML Ontology Library System, SchemaWeb и др.

В последнее время появилось много инициатив в сфере создания семантически организованных информационных пространств, например, рабочая группа Open Ontology Repositories (<http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OpenOntologyRepository#nid17YG>) сообщества Ontolog; Swoogle, WATSON. Однако все эти подходы не позволили обеспечить интероперабельность онтологических знаний, достаточную для поддержки задач семантического поиска и распознавания. Основная проблема заключается в том, что большинство коллекций онтологий предлагают поиск нужной пользователю онтологии лишь по ключевым словам и краткому описанию, что в целом не отражает семантику самих онтологий, и не устанавливает общепринятый стандарт для описания онтологий.

В [26] рассматривается ряд критериев, по которым можно оценивать онтологии, найденные по запросам: внутреннюю сложность (среднее количество отношений между сущностями); охват предметной области (количестве элементов онтологии, содержащих хотя бы одно из указанных пользователем в поисковом запросе ключевых слов); обширность связей с другими онтологиями (количество семантических ссылок на другие онтологии). Однако для получения таких оценок надо либо индексировать каждую доступную онтологию, либо иметь стандартизованные средства представления метаданных об онтологиях.

Репозитории онтологий должны облегчить обнаружение многократно используемых онтологических компонентов (целых онтологий или их частей), соответствующих требованиям пользователя, и совместный общий доступ к ним.

Репозитории онтологий подобны репозиториям данных [27], которые представляют собой наборы цифровых данных, доступные для одной или нескольких сущностей (например, пользователей или систем) для различных целей (например, обучения, административных процедур, исследования), и обладающие рядом характеристик [28]:

- 1) контент помещается в репозиторий его создателем, владельцем или третьей стороной;
- 2) архитектура репозитория управляет как контентом, так и метаданными;
- 3) репозиторий предлагает минимальный набор базовых сервисов, например, получение, поиск, управление доступом;
- 4) репозиторий должен быть устойчивым и надежным, хорошо поддерживаемым и хорошо управляемым.

Но репозитории онтологий имеют ряд специфических свойств, связанных с особенностями тех объектов, для хранения которых они предназначены, – онтологии и их фрагменты могут быть связаны друг с другом.

Репозиторий онтологий (Ontology Repository – OR) – это структурированный набор онтологий (схем и экземпляров), модулей и дополнительных метазнаний, использующий словарь онтологических метаданных. Связи и отношения между онтологиями и их модулями представляют собой семантическую модель репозитория онтологий [29]. Репозиторий онто-

логий состоит из системы управления, во-первых, репозиторием онтологии и, во-вторых, контентом, помещенным в этот репозиторий. В настоящее время активно проводятся научные исследования в направлении организации связей между репозиториями. Решение этой проблемы позволило бы осуществлять глобальный поиск, просмотр, или вывод по репозиториям в глобальном масштабе на основе семантического информационного пространства.

Система управления репозиторием онтологии (Ontology Repository Management System – ORMS) представляет собой программное обеспечение для хранения, организации, изменения и извлечения знаний из репозитория онтологий. ORMS поддерживает семантику для функций хранения, организации, модифицирования и извлечения знаний из репозитория онтологий. Кроме того, в различных реализациях ORMS могут поддерживаться и многие другие функции, связанные с обработкой онтологий. ORMS является аналогом СУБД для работы со специфичным контентом – онтологиями с учетом их семантики.

Примерами внедрения ORMS являются децентрализованная система Oyster [30], централизованная Onthology (<http://www.onthology.org/>) и Generic Ontology Repository Framework (GORF).

Основной целью создания репозиториев онтологий является поддержка доступа к знаниям и их повторного использования человеком и машиной. Репозитории онтологий предназначены для решения различных вопросов, связанных с инженерией онтологий. Одна из ключевых проблем инженерии онтологий – то, что большинство онтологий строят с нуля, а не повторно используют уже существующие, что приводит к лишним инженерным усилиям и затратам. Причиной этого является то, что большинство существующих онтологий строится с учетом конкретного сценария приложения, что делает их подобными заказному программному обеспечению. Такой подход приводит к тому, что онтологии приспособлены для работы с конкретными приложениями, но не представляют собой артефакты знаний в традиционном смысле. При разработке таких онтологий инженеры фокусируются на ожидаемом поведении приложения, а не на повторном использовании и совместимости с другими онтологиями.

Другой проблемой является то, что онтологии, которые пытаются представить знания достаточно широкой ПрО, оказываются слишком громоздкими для эффективного использования. Но и модульности онтологии недостаточно для повторного использования онтологий, если разработчики не могут эффективно находить нужные модули. Поэтому возникает необходимость в соответствующей инфраструктуре, которая поддерживала бы интеллектуальное исследование онтологий и их выбор конечными пользователями.

С технической точки зрения различные практические реализации репозиториев онтологий значительно отличаются друг от друга. Существует проблема интероперабельности между ними, поскольку разработчики применяют разнообразные методы и технологии для интерпретации и использования метаданных. Кроме того, в большинстве существующих репозиториев плохо поддерживаются такие функции, как модуляризация и версионность, так же как и отношения между репозиториями онтологий и средой разработки онтологий для поддержки всего жизненного цикла онтологии.

Несмотря на это, соответствующие компоненты или сервисы на концептуальном уровне являются повторно используемыми для различных технических решений. В [31] представлена концептуальная структура для репозиториев онтологий (рисунок 1). Опираясь на разные реализации репозиториев онтологий, можно определить набор соответствующих компонентов и сервисов, которые должны быть встроены в масштабируемую и надежную структуру. Репозиторий должен обеспечивать поиск онтологий, их удобное для пользователя представление и персонализацию.

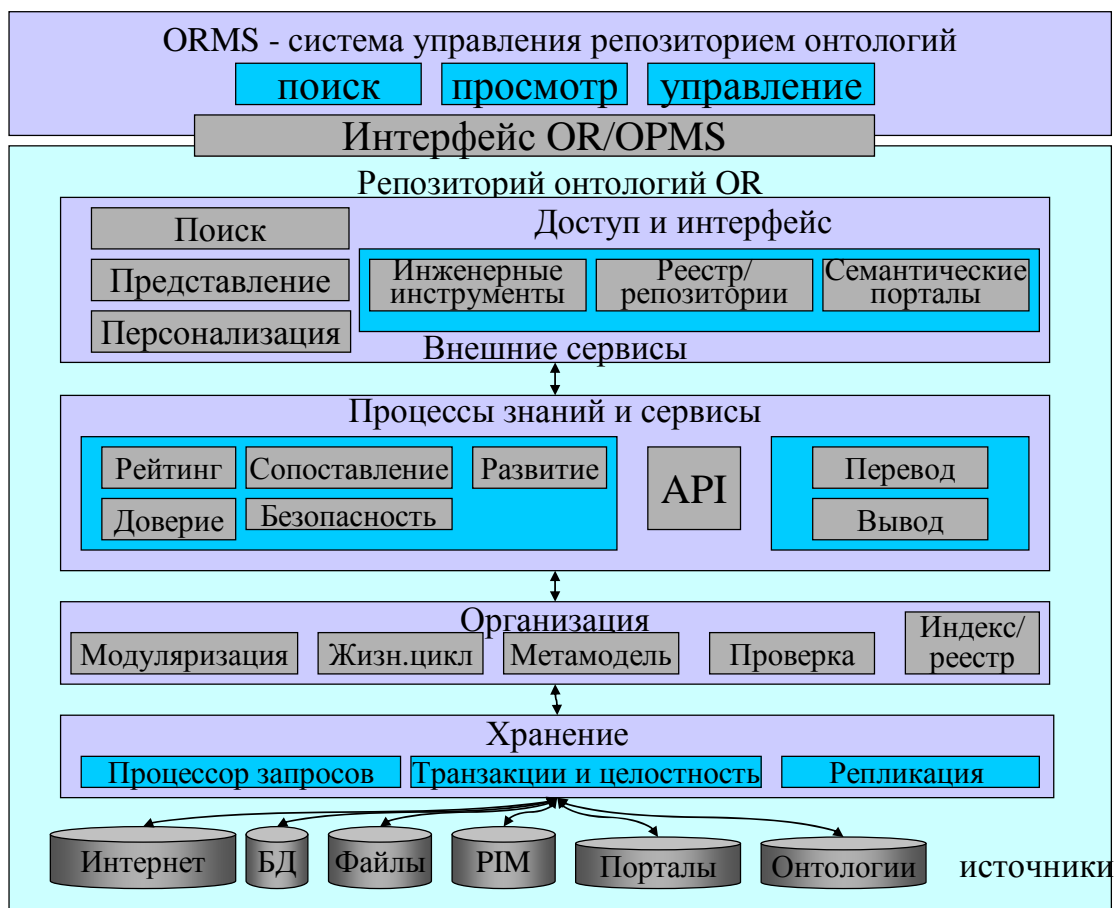


Рисунок 1 - Концептуальная структура репозитория онтологий [31]

В настоящее время повторное использование онтологий для академических и промышленных кругов затрудняет то, что большинство онтологий не сопровождается дополнительной информацией (например, об авторстве, времени создания), подобной предусмотренной в Dublin Core для текстовых документов.

Это связано с отсутствием единого общепринятого стандарта представления сведений об онтологии – как о ее формальных характеристиках, так и о семантике представленных в ней знаний. Потому и возникает необходимость в выработке требований к стандарту метаданных для онтологий, анализ которых обеспечит эффективный поиск и повторное использование созданных ранее онтологических знаний.

6 Стандарты представления метаданных об онтологиях

Репозитории онтологий нуждаются в разработке и использовании стандартов представления метаданных об онтологиях. Уже разработан стандарт метаданных OMV (Ontology Metadata Vocabulary) [31], который используется в децентрализованном репозитории онтологий Oyster. OMV представляет собой модель метаданных для онтологий и связанных с ними сущностей, отражающую ключевые аспекты информации о метаданных онтологии, например, ее происхождении и доступности. OMV реализован в виде онтологии на языке OWL и представляет собой *первый стандарт метаданных для онтологии*. Элементы метаданных в онтологии OMV моделируются либо с помощью классов и экземпляров онтологии, либо с помощью свойств классов (выбор определяется сложностью соответствующего элемента метаданных). Если значения элементов метаданных можно легко сопоставить с обычными ти-

пами данных (числами, литералами, списками значений), то элемент метаданных, как правило, представляется в виде *DatatypeProperty*, а более сложные элементы метаданных моделируются с помощью дополнительных классов, связанных с *ObjectProperties*.

В OMV для описания онтологий используются следующие термины:

- метаданные – данные о данных;
- метаданные онтологии – метаданные, которые предоставляют информацию об онтологии;
- онтология метаданных – онтология, представляющая метаданные;
- элемент метаданных – элемент схемы метаданных (см. таблицу 1);
- OMV (Ontology Metadata Vocabulary) – сокращение для обозначения предлагаемой схемы метаданных онтологии;
- категории метаданных – в OMV различают следующие три категории метаданных для описания онтологического контента: 1) обязательные элементы метаданных (отсутствие любой обязательной записи приводит к неполному описанию онтологии); 2) дополнительные метаданные; 3) расширенные метаданные, которые не входят в ядро схемы метаданных.

Таблица 1 – Шаблон для элемента метаданных в OMV

Name	Имя элемента (entity) метаданных
Type	Тип онтологического примитива, используемого для представления элемента в OWL: <i>Class</i> , <i>ObjectProperty</i> или <i>DatatypeProperty</i> .
Identifier	Уникальный идентификатор, используемый для этого элемента
Occurrence Constraint	Один из следующих: <i>required</i> , <i>optional</i> или <i>extensional</i>
Category	Зависящая от контента категория, к которой относится элемент
Definition	Краткое определение цели, которая может быть детально описана в тэгах комментариев
Domain	Предметная область элемента OMV (для свойств OWL)
Range	Ранг элемента OMV entity (для свойств OWL)
Cardinality	Мощность элемента OMV (MIN:MAX).
OMV version	Версия OMV, в которой представлен элемент
Comments	Детальное описание элемента

Используемые в OMV пространства имен можно отыскать по следующим ссылкам: owl = "http://www.w3.org/2002/07/owl#", rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#", rdfs = "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#", xsd = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" и omv = "http://omv.ontoware.org/ontology#".

В онтологии OMV представлены такие классы, как *Ontology*, *OntologyType*, *KnowledgeRepresentationParadigm*, *FormalityLevel*, *OntologyTask*, *Location* и т.д., которые позволяют описать различные аспекты возможного применения содержащихся в репозитории онтологий.

Для эффективного использования репозитория онтологий не менее важны, чем средства описания хранящихся в репозитории онтологий, те процессы и сервисы для обработки накопленных в репозитории знаний, которые предоставляются пользователю. К базовым сервисам репозитория онтологий можно отнести средства рейтинг-квалификации, сопоставления и оценки онтологий, обеспечение безопасности их использования.

Средства выставления рейтинга позволяют каждому пользователю репозитория (а не только экспертам), применяя различные метаоценки, высказать свое мнение о представленных в нем онтологиях с точки зрения их полезности для других пользователей. На основании этих метаоценок может быть вычислена сеть доверия (Web of Trust) к онтологическим элементам [32]. При этом каждый элемент оценивается только в целом, а не его специфические

свойства по отдельности, что недостаточно для анализа такого сложного контента, как онтологии [33].

Средства сопоставления онтологий, хранящихся в репозитории, позволяют обеспечить взаимодействия между разными моделями знаний, представленными в них.

В отличие от рейтинг-квалификации (rating) онтологий, которая является достаточно субъективной, оценивание (evaluation) онтологий можно рассматривать как оценивание качества и адекватности онтологии или ее частей в отношении конкретных намерений, цели или контекста. На сегодня существует несколько методов оценивания онтологий. Их обзор приведен в [34]. Выбранные стратегии оценивания могут быть реализованы в соответствующей компоненте репозитория и применяться при поиске онтологий с заданными свойствами.

В связи с правами интеллектуальной собственности, коммерческими лицензиями, патентами или авторским правом не все артефакты знаний могут быть доступны общественности. Поэтому в репозитории должны присутствовать явный контроль доступа и функции управления правами. В то время как доступ к знаниям может быть ограничен, метазнания в OMV [35] остаются доступными и обрабатываемыми. В результате этого коммерчески используемые артефакты знаний могут быть идентифицированы в репозитории, а доступ к ним обеспечивается специализированными сервисами, такими как платежные системы.

7 Интеграция репозитория онтологий с семантической поисковой системой

Чтобы определить, достаточно ли выразительных возможностей OMV и рассмотренных выше функций репозитория онтологий для того, чтобы найти и повторно использовать ранее созданные онтологии ПрО при семантическом поиске, была осуществлена попытка интеграции репозитория онтологий с семантической поисковой системой МАИПС (мультиагентная ИПС).

МАИПС – информационно-поисковая система с развитыми средствами интеллектуализации ее поведения [36] функционально направлена на выполнение сложных многоразовых запросов в довольно узких областях, связанных с профессиональными или научными интересами пользователей, и предоставляет пользователю высоко релевантные результаты поиска. Такие результаты достигаются благодаря ориентации системы на пользователей, имеющих в сети постоянные информационные интересы и требующих постоянного поступления соответствующей информации – для этого МАИПС позволяет сохранять и повторно выполнять запросы, отслеживать появление аналогичных запросов у других пользователей, сохранять формальное описание области интересов пользователя в виде онтологии и т.д. МАИПС может рассматриваться как рекомендующая система, так как при поиске ответа на запрос она учитывает как персональные сведения о каждом пользователе, так и опыт взаимодействия с другими пользователями со схожими информационными потребностями.

МАИПС базируется на технологиях Semantic Web, в частности, использует язык представления онтологий OWL и средства его обработки. Для представления знаний об интересующей пользователя ПрО используются онтологии и тезаурусы ПрО [37, 38]. При этом тезаурус строится пользователем по соответствующей онтологии самостоятельно, а онтология выбирается из набора предложенных на сайте. По мере развития МАИПС возникла потребность в подключении репозитория онтологий, чтобы пользователи могли повторно использовать знания о ПрО, доступные в Web. При этом поиск может осуществляться не только по ключевым словам, а и по другим важным свойствам онтологий. В дальнейшем представляется целесообразным реализовать в репозитории поиск онтологий, похожих на выбранную пользователем онтологию, а также сопоставление построенного пользователем тезауруса с другими онтологиями.

В литературе описано много альтернативных вариантов проектирования систем информационного поиска. Как определить, какой из указанных методов наиболее эффективен в соответствующих приложениях? Наиболее часто используются для этой цели оценки систем информационного поиска [39]. Например, чаще всего для оценки информационного поиска используются два показателя: точность (precision) и полнота (recall).

Пользователь может обращаться к онтологиям, созданным другими пользователями – пересматривать их, задавать по ним контекст поиска, копировать из них нужные фрагменты, но не имеет права изменять их. ИПС может обеспечить поиск онтологий, которые содержат введенные пользователем термины, а также поиск онтологий, похожих на выбранную пользователем онтологию. Это позволяет создавать группы пользователей с общими информационными интересами и предотвратить дублирование в выполнении одинаковых многообразных запросов разных пользователей.

Одна из основных проблем, ограничивающих использование МАИПС, связана с тем, что пользователю для описания ПрО своих информационных потребностей приходилось затрачивать достаточно значительные усилия на создание соответствующей онтологии либо описывать ее недостаточно точно, пользуясь одной из предложенных в МАИПС онтологий. Кроме того, помещение пользовательской онтологии в МАИПС требовало согласования с администраторами системы, которые проверяли качество онтологии и ее соответствие ряду формальных требований. При использовании внешних репозиториев онтологий эта проблема хотя и не решается полностью, но в значительной мере упрощается – найти достаточно близкую интересам пользователя онтологию позволяют как объем контента таких репозиториев, так и наличие стандарта для описания семантики представленных там онтологий. Кроме того, репозитории обеспечивают ряд качественных оценок хранящихся в них онтологий – как обычными пользователями, так и экспертами. Поэтому интегрирование репозиториев онтологий позволяет значительно расширить область применения поисковой системы, обеспечить ее эффективность при распознавании различных типов информационных объектов и применять совместно с различными интеллектуальными рекомендующими системами.

К сожалению, существующие на сегодня метаданные для описания онтологий OMV слишком сложны для понимания пользователями, не являющимися специалистами в инженерии знаний. Пользователям трудно оценить функциональные возможности таких метаописаний и задавать запросы в терминах онтологии OMV.

Заключение

Актуальность проблемы разработки репозиториев онтологий подтверждается рассмотренными в статье исследовательскими инициативами. В то время как онтологии являются механизмом для интероперабельности и обмена данными между информационными объектами, сами онтологии почти всегда создаются изолированно. Не сформулировано никакого общего представления об аннотации для онтологии посредством метаданных и никаких общих способов идентификации версии онтологии. Различные репозитории онтологий используют разнообразные технологии и методы аннотирования и редактирования онтологий, не ограниченные какими-либо стандартными соглашениями, на протяжении всего их жизненного цикла. Для решения этих проблем важно достигнуть интероперабельности между репозиториями онтологий через общие интерфейсы, стандартные форматы метаданных.

В настоящее время активно проводятся научные исследования в направлении организации связей между репозиториями и разработки стандартов для метаописаний онтологий. Решение этой проблемы позволило бы осуществлять глобальный поиск онтологий и их компонентов в репозиториях не только по ключевым словам, а на уровне их семантики, что должно

обеспечить повторное использование представленных в Web знаний. Практика интеграции существующих репозиториях с семантическими поисковыми системами позволит сформулировать требования к новым стандартам онтологических метаданных и формам их представления. В дальнейшем требуется также исследование подходов к оценке онтологий, их развитию и реинжинирингу, будут предложены новые методы анализа и визуализации онтологий.

Список литературы

- [1] *Borst, W.N.* Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse / W.N. Borst // DrPhD Thesis Enschede, 2008, SIKS, the Netherlands. – 243 p.
- [2] *Гладун, А.Я.* Онтологии как инструмент распознавания интеллектуальных информационных объектов в распределенных приложениях и системах / А.Я. Гладун, Ю.В. Рогущина // Труды XVIII-ой Международной научно-практической конференции « Информационные технологии в экономике, менеджменте и бизнесе». – К.: Европейский университет, 2012. - С. 51-55.
- [3] *Baclawski, K.* The Open Ontology Repository Initiative: Requirements and Research Challenges / K. Baclawski, T. Schneider // Proc. of the 8th International Semantic Web Conference ISWC-2009, 2009.
- [4] *Гладун, А.Я.* Онтологии в корпоративных системах. Часть II / А.Я. Гладун, Ю.В. Рогущина // Корпоративные системы. - 2006. - №1. – С. 72-85. - <http://www.management.com.ua/ims/ims116.html>.
- [5] *Semantic Web* – <http://www.w3.org/standards/semanticweb/>.
- [6] *d'Aquin, M.* WATSON: A Gateway for the SemanticWeb / M. d'Aquin, M. Sabou, M. Dzbor, C. Baldassarre, S. Gridinoc, L. Angeletou, E. Motta // Proc of the 5th International Semantic Web Conference (ISWC), Georgia, USA, 2005.
- [7] *Гаврилова, Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 382 с.
- [8] *Ding, L.* Swoogle: a search and metadata engine for the semantic web / L. Ding, T. Finin, A. Joshi, R. Pan, R.S. Cost, Y. Peng, P. Reddivari, V. Doshi, J. Sachs // Proceedings of the Thirteenth ACM conference on Information and knowledge management, 2004. – P. 652–659.
- [9] *Егоров, Е.А.* Поиск онтологий в технологии Semantic Web / Е.А. Егоров. – http://www.rusnauka.com/29_NIOXXI_2012/Informatica/2_118267.doc.htm.
- [10] *Appelquist, D.* A Standards-based, Open and Privacy-aware Social Web / D. Appelquist, D. Brickley, M. Carvahlo, R. Iannella, A. Passant, C. Perey, H. Story – <http://www.w3.org/2005/Incubator/socialweb/XGR-socialweb-20101206/>.
- [11] *Нгок, Н.* Обзор подходов семантического поиска / Н. Нгок, А.Ф. Тузовский // Доклады ТУСУРа. - 2010. - №2(22), Ч. 2 – <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2010-2-2/234.pdf>.
- [12] *Журавлев, Ю.И.* Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания и классификации / Ю.И. Журавлев // Проблемы кибернетики. Вып. 33. – М.: Наука, 1978. – С. 5-68.
- [13] *Noy, N.F.* Ontology Mapping / N.F. Noy // Handbook on Ontologies. Edt. by S. Staab, R. Studer. - Springer, 2009. – P.573-592.
- [14] *Ehrig, M.* FOAM – framework for ontology alignment and mapping; results of the ontology alignment initiative / M. Ehrig, Y. Sure // Proc.of the Workshop on Integrating Ontologies, v. 156, 2005. – P. 72-76.
- [15] *Андон, Ф.И.* Semantic Web как новая модель информационного пространства интернет / Ф.И. Андон, И.Ю. Гришанова, В.А. Резниченко // Проблеми програмування. – 2008. – №2-4. – С.417-430. – http://eprints.isofts.kiev.ua/406/1/%231_D91-c417.pdf.
- [16] *Палагин, А.В.* Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А.В. Палагин, С.Л. Крытый, Н.Г. Петренко. – Луганск: изд-во ВНУ им.В.Даля, 2012. – 324 с.
- [17] *Величко, В.* Структурирование онтологии ассоциаций для конспектирования естественно-языковых текстов / В. Величко, В. Гладун, Л. Святогор // International Book Series, N.2. Advanced Research in Artificial Intelligence. Supplement to the International Journal “Information Technologies & Knowledge”. – 2008. - V. 2. – 153 p.
- [18] *Клещев, А.С.* Структура онтологий предметных областей и их математических моделей / А.С. Клещев, И.Л. Артемьева // Proceedings of the Asian Conference on Intellectual Systems 2001 (PAIS 2001), November 16-17, 2001. - P. 410-420.
- [19] *Ефименко, И.В.* Онтологическое моделирование экономики предприятий и отраслей современной России: Часть 1. Онтологическое моделирование: подходы, модели, методы, средства, решения / И.В. Ефименко, В.Ф. Хорошевский // Математические методы анализа решений в экономике, бизнесе и политике. – М.:

- Изд. дом Высшей школы экономики, 2011. – 76 с.
http://www.hse.ru/data/2012/12/26/1303510655/WP7_2011_08_1.pdf
- [20] **Гаврилова, Т.А.** Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных систем автоматизации / Т.А. Гаврилова – http://bigc.ru/publications/bigspb/km/ontol_podhod_to_uz.php.
- [21] **Нариньяни, А.С.** ТЕОН-2: от тезауруса к онтологии и обратно / А.С. Нариньяни // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: междунар. семинар Диалог'2002. - М.: Наука. 2002. - Т. 1. - С. 307-313.
- [22] **Добров, Б.В.** Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения / Б.В. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич, В.Д. Соловьев - М.: БИНОМ, Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2009. – 173 с.
- [23] **Загоруйко, Н.Г.** На пути к автоматическому построению онтологии / Н.Г. Загоруйко, А.М. Налетов, И.М. Гребенкин // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Тр. Междунар. конференции Диалог'2003 (Протвино, 11-16 июня 2003 г.). - М.: Наука, 2003. - С. 717-723.
- [24] **Браславский, П.И.** Тезаурус для расширения запросов к машинам поиска Интернета: структура и функции / П.И. Браславский // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Тр. Междунар. конференции Диалог'2003 (Протвино, 11-16 июня 2003 г.). - М.: Наука, 2003. - С. 95-100.
- [25] **Хорошевский, В.Ф.** Онтологические модели и Semantic Web: откуда и куда мы идем? / В.Ф. Хорошевский // Сб. трудов симпозиума «Онтологическое моделирование». - М.: ИПИ РАН, 2008.
- [26] **Ding, Y.** Ontology library systems: The key to successful ontology reuse / Y. Ding, D. Fensel // Proc. 1st Semantic Web Working Symposium (SWWS'01). - 2001.
- [27] **Heery, R.** Digital repositories review / R. Heery, S. Anderson // Joint Information Systems Committee, 2005. – <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/digitalrepositories/digitalrepositoriesreview2005.pdf>
- [28] **Hartmann, J.** Ontology Repositories / J. Hartmann, Y. Sure, R. Palma, A. Gomez-Perez. – <http://oa.upm.es/6430/2/OntologyRepositories.pdf>.
- [29] **Hartmann, J.** Ontology Repositories / J. Hartmann, R. Palma, A. Gomez-Perez // Handbook on Ontologies, Edt. by S.Staab, R.Studer, Springer, 2009. – P.551-572.
- [30] **Palma, R.** Oyster – sharing and re-using ontologies in a peer-to-peer community / R. Palma, P. Haase // International Semantic Web Conference, 2005. – P. 1059–1062.
- [31] **Palma, R.** OMV Ontology Metadata Vocabulary for the SemanticWeb / R. Palma, J. Hartmann, P. Haase // 76 p. – <http://kent.dl.sourceforge.net/project/omv2/OMV%20Documentation/OMV-Reportv2.4.1.pdf>
- [32] **Guha, R.** Propagation of trust and distrust / R. Guha, R. Kumar, P. Raghavan, A. Tomkins // Proc. of the Thirteenth International World Wide Web Conference. - ACM Press, 2004. – P. 403–412.
- [33] **Noy, N.F.** User ratings of ontologies: Who will rate the raters? / N.F. Noy, R. Guha, M.A. Musen // Proc. of the AAAI 2005 Spring Symposium on Knowledge Collection from Volunteer Contributors, Stanford, CA, 2005.
- [34] **Vrandečić, D.** How to design better ontology metrics. / D. Vrandečić, Y. Sure // Proceedings of the 4-th European Semantic Web Conference (ESWC'07), Innsbruck, Austria, 2007.
- [35] **Hartmann, J.** OMV – Ontology metadata vocabulary / Hartmann J., Sure Y., Haase P., Palma R., Suarez-Figueroa M. C. // Ontology Patterns for the Semantic Web, ISWC, 2005. – http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F11575863_112#page-1.
- [36] **Gladun, A.** Use of Semantic Web Technologies and Multilingual Thesauri for Knowledge-Based Access to Biomedical Resources / A. Gladun, J. Rogushina // International Journal Intelligent Systems and Applications (IJISA). – 2012. - №1. – P. 11-20. – <http://www.mecs-press.org/ijisa/ijisa-v4-n1/IJISA-V4-N1-2.pdf>
- [37] **Gladun, A.** Ontology-based competency analysis in new research domains / A. Gladun, J. Rogushina // Journal of Computing and Information Technology. - V.23, N.4. - 2012. – P.123-134.
- [38] **Gladun, A.** Semantics-driven modelling of user preferences for information retrieval in the biomedical domain / A. Gladun, J. Rogushina, R. Valencia-García, R. Martínez-Béjar // Informatics for Health and Social Care. – 2012. V.39, N.4. – P. 179-192. – <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/17538157.2012.735730>.
- [39] **Маниннг, К.Д.** Введение в информационный поиск: / К.Д. Маннинг, П. Рагхаван, Х. Шютце [пер. с англ.] — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 528 с.

Сведения об авторах



Гладун Анатолий Ясонович, 1960 г. рождения. Окончил технический университет «Львовская политехника» во Львове (1983). В 1992 г. защитил кандидатскую диссертацию на факультете компьютерных технологий и информатики в Санкт-Петербургском электротехническом университете (ЛЭТИ). Работает заведующим отделом интеллектуальных систем и сетей в Международном научно- учебном центре информационных технологий и систем Национальной академии наук Украины. Участвовал в национальных и международных научно-исследовательских проектах (FP4, FP5, FP6). Научные интересы включают разработку приложений для беспроводных сетей (NGN) и интеллектуальных информационных систем. Автор больше чем 170 научных публикаций. Доцент университета «Киево-Могилянская Академия» (www.ukma.kiev.ua) и Европейского университета в Киеве (<http://e-u.in.ua/eng/>).

Anatoliy Jasonovich Gladun (b. 1960). He received the B.Sc. and M.Sc. degrees from Technical University “Lvivs’ka Politechnika” in Lviv, Ukraine in 1983. He holds a PhD (1992) in Department of Computer Sciences at the Electrotechnical University (Saint-Petersburg, Russia). He is Head of Department of Intelligent Systems and Networks at the International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems (National Academy of Sciences of Ukraine). He has been involved in several national and international research projects (FP4, FP5, FP6). His research interests include the development and application of wireless networks (NGN) and intelligent information systems (Semantic Web). He is the author of more than a 170 publications in conferences, journals and books. He is an Associate Professor at University “Kiev-Mogyla Academy” (www.ukma.kiev.ua) and at European university in Kiev (<http://e-u.in.ua/eng/>).



Рогущина Юлия Витальевна, 1967 г. рождения. Окончила Киевский государственный университет им. Т.Г. Шевченко в 1989 г. Степень кандидата физико-математических наук получила в Институте кибернетики им. В.М. Глушкова, г. Киев, в 1995 г. В настоящее время работает старшим научным сотрудником в Институте программных систем Национальной академии наук Украины. Исследовательские интересы включают разработку методов семантического поиска, онтологический анализ, исследование поведения интеллектуальных программных агентов, разработку алгоритмов индуктивного извлечения знаний, применение технологий Semantic Web. Автор более 150 публикаций в научных журналах и на конференциях, соавтор монографии «Агентные технологии» и нескольких учебников. Принимала участие в ряде национальных научно-исследовательских проектов. Доцент факультета информационных систем Киевского славистического университета (<http://www.ksu.edu.ua/>).

Julia Vitalijevna Rogushina (b. 1967). She received the M.Sc. from Kyiv Taras Shevchenko State University in 1989. Her PhD degree in Computer Science she received in Glushkov’s Institute of Cybernetics, Kyiv, in 1995. She is a senior researcher at the Institute of Software Systems, National Academy of Sciences of Ukraine. Her research interests include the development and application of intelligent information systems; theory of software agents behavior, inductive knowledge acquisition, intelligent information retrieval, ontological analysis, Semantic Web technologies. She has published more than 150 publications in scientific journals and conferences. She is the coauthor of monograph «Agent technologies» and several textbooks. She has been involved in several national research projects. She is an Associate Professor at the Department of Information Systems of Kyiv Slavistic University (<http://www.ksu.edu.ua/>).

УДК 001.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АБСТРАКЦИЯ

Д.А. Вятченин

Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси
viattchenin@mail.ru

Аннотация

Статья рассматривает проблему взаимосвязи понятий моделирования и абстракции. На основе логико-методологического анализа понятий модели, моделирования и абстракции, а также их взаимосвязей, устанавливается статус акта абстракции в процессе моделирования, а также вводится понятие абстрактности модели.

Ключевые слова: модель, моделирование, абстракция, отображение, изоморфизм, замещение.

Введение

Моделирование в том или ином его виде, являясь общенаучным методом исследования, используется во всех областях научного знания. В процессе конструирования и исследования модели, как правило, приходится прибегать к такой операции, как абстракция. Проблема абстракции, рассмотрение которой, в том или ином виде, наблюдается на всем протяжении развития человеческого познания, в XX веке приобрела особую актуальность. Это обусловлено, в первую очередь, развитием, с одной стороны, конкретно-научных методов исследования когнитивных процессов, а с другой – развитием общенаучных подходов к изучению познавательной деятельности человека, одним из которых, как указывалось выше, является моделирование.

Исследования абстракции, проводившиеся с середины до конца XX века сосредотачивались, главным образом, вокруг вопросов, касающихся метода восхождения от абстрактного к конкретному и роли абстракции в научном познании. Необходимость решения новых практических задач, исходя из все более сложных моделей реального мира и особенностей человеческого способа мышления, послужила стимулом к началу исследований абстракции и других когнитивных процессов на качественно новом уровне.

В предпринятом исследовании на основе логико-методологического анализа понятий модели, моделирования и абстракции, устанавливается статус абстракции как логической операции в процессе моделирования и вводится понятие абстрактности модели.

1 К определению понятий модели и моделирования

При исследовании сложных систем, процессов и явлений, как правило, приходится прибегать к такому методу, как моделирование. Моделирование применяется в самых разнообразных областях науки и практики: от проектирования технических систем до исследования социально-экономических и политических процессов. Вместе с тем, при моделировании сложных систем приходится иметь дело не только с исследованием общественных процессов, или процессов, происходящих в технических, или, к примеру, биологических системах – в данном случае социологические, экономические или «естественнонаучные исследования затрагиваются в такой же мере, как и взаимодействие различных наук» [1].

В силу того, что моделирование как метод исследования используется не только в научной, но и в других сферах человеческой деятельности, термины «моделирование» и «модель» стали общеупотребительными и допускают различные трактовки. Это, в свою очередь, приводит к неопределенности содержания соответствующих понятий. В качестве иллюстрации целесообразно привести несколько определений понятия модели, используемых различными авторами.

В «Словаре русского языка» С.И. Ожегова приводятся четыре трактовки данного понятия, среди которых следует отметить трактовку модели как «уменьшенного (или в натуральную величину) воспроизведения или макета чего-нибудь», а также определение модели как «схемы какого-нибудь физического объекта или явления» [2]. В свою очередь, «Большой энциклопедический словарь» содержит семь определений понятия модели, и для предпринятого исследования следует рассматривать трактовку модели как «любого образа, аналога (мысленного или условного: изображения, описания, схемы, чертежа, графика, плана, карты и тому подобного) какого-либо объекта, процесса или явления («оригинала» данной модели), используемый в качестве его «заместителя», «представителя»» [3], а А.Б. Горстко приводит следующее определение: «модель – это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения) замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые важные для данного исследования типичные его черты» [4]. При рассмотрении вопросов, относящихся к области системного анализа, модель определяется как «системное отображение оригинала» [5], а в «Кратком словаре по философии» приводится следующее определение: «модель – это система элементов, воспроизводящая определенные стороны, связи, функции предмета исследования (оригинала)» [6]. Наконец, В. Штофф подразумевает под моделью «материальное или реальное воспроизведение свойств, связей и функций возможных или действительных объектов субъектом познания посредством аналогий в самом широком смысле, либо использование таких аналогий в других материальных или идеальных системах с целью познания моделируемого оригинала или более полного овладения им» [7]. Подобного рода понимание модели просматривается и в исследованиях выдающегося советского логика А.И. Уёмова [8].

Представленные определения вполне понятны на интуитивном уровне, однако некорректны с логической точки зрения: к примеру, для корректности четвертого определения следует определить также понятие системности отображения. В силу различий в определении понятия модели, не существует также и единой точки зрения по проблеме классификации моделей: в зависимости от используемых определений понятия модели, различные авторы рассматривают и различающиеся между собой, порой весьма существенно, классификации моделей. Наиболее общей классификацией моделей является их деление на вещественные и знаковые модели [6]. Достаточно полная классификация моделей по различным основаниям, как и детальное рассмотрение основных свойств моделей, приводится Ф.И. Перегудовым и Ф.П. Тарасенко. Так, при понимании модели как целевого отображения, в соответствии с делением целей человеческой деятельности на теоретические и практические, выделяются такие виды моделей, как познавательные и прагматические. В свою очередь, в зависимости от необходимости исследования либо конкретного состояния объекта, либо процесса изменения его состояния, выделяются статические и динамические модели. Классификация же моделей на вещественные и идеальные производится в зависимости от способа воплощения модели [5].

Среди особенностей всех моделей в первую очередь выделяются такие, как *ингерентность*, то есть свойство согласованности какой-либо модели со средой ее функционирования; *конечность*, заключающаяся в ограничении числа отношений отображения исследуемого объекта; *упрощенность*, характеризующая качественные различия исследуемого объекта и

его модели, и являющаяся следствием конечности модели и ограниченности средств оперирования с ней; *приближенность*, характеризующая уровень точности отображения исследуемого объекта; *адекватность*, то есть уровень соответствия модели цели отображения исследуемого объекта; *истинность*, характеризующая достоверность отображения исследуемого объекта; *динамичность*, характеризующая процесс развития модели.

Необходимо оговорить, что в процессе моделирования в качестве исследуемого объекта могут выступать не только физические объекты, но и их отдельные свойства, а также явления, процессы и различного рода отношения. Кроме того, моделирование как метод научного исследования не исключает рассмотрения в качестве моделируемых объектов также разнообразных идеальных конструктов. Для предпринятого рассмотрения, в силу его концептуального характера, природа моделируемого объекта значения не имеет, так что в дальнейшем, не нарушая общности, под объектом будет пониматься объект исследования независимо от его особенностей.

Таким образом, если в процессе познавательной или практической деятельности субъект обращается к построению модели объекта, на который эта деятельность направлена, то при формировании требований к модели исследуемого или преобразуемого объекта следует определить, в какой мере модель объекта исследования должна обладать каждой из вышеуказанных особенностей. При этом в первую очередь следует сформулировать цель, для достижения которой оказывается необходимым обращение к построению и исследованию модели рассматриваемого объекта, и, как следствие, определить свойства моделируемого объекта, которые составляют предмет исследования. Данный тезис находит свое подтверждение в высказывании Н.Д. Нюберга, отмечавшего, что «проблема соответствия описания или модели объекту – это вопрос о том, не оказалось ли чего-либо существенного среди того, что не включено в описание, и не введено ли в описание чего-либо несущественного. Этот вопрос неразрешим, пока не сформулирована цель» [9]. В свою очередь, З. Пауль указывает, что «определение цели моделирования и вопросов, на которые в результате должен быть получен ответ, является содержательной задачей» [10].

Итак, в результате содержательного анализа объекта исследования, включающего в себя определение цели моделирования, должны быть определены уровень ингерентности модели, степени ее упрощенности, приближенности и адекватности, а также уровни истинности и динамичности модели; следствием этого является определение вида модели и особенностей ее последующего исследования. Однако, независимо от вида модели, её сущность заключается в отображении множества свойств моделируемого объекта с целью либо их детального исследования, либо обнаружения других свойств моделируемого объекта, в основе которого находится исследование характера такого отображения.

В свою очередь, понятие «отображение» в математическом смысле определяется как «какое-либо правило или закон соответствия множеств» [11], и, поскольку предметом исследования, как указывалось выше, является множество свойств моделируемого объекта, то понятие модели может быть определено через понятие отображения в его специально-научном, математическом смысле. Не строго, под моделью может пониматься некоторый материальный или идеальный объект, обладающий множеством свойств, позволяющий установить такого рода отображение.

Следует также отметить, что, несмотря на, порой существенные, различия в определении понятия модели, понятие «моделирование» в большинстве случаев определяется приблизительно одинаково и, в общем, сводится к следующей дефиниции: «моделирование – метод научного исследования, заключающийся в построении и изучении модели исследуемого объекта» [6], так что понятие «моделирование» определяется через понятие модели. К примеру, Н. Хагер проводит различие между «методом моделей», представляющим собой «со-

вокупность правил, положений, при помощи которых человек упорядочивает и систематизирует свое целенаправленное познание и использование моделей в процессе познания действительности и овладения ею» [1], диапазон которого простирается, по выражению Г. Гёрца, «от объективного анализа в эксперименте до субъективного синтеза познанных сущностных элементов в теории, от теоретического анализа до практического синтеза в материальных моделях, пилотных установках и так далее...» [12], и моделированием, понимаемым как вид деятельности и определяемым как «протекающий в конкретных условиях исследования процесс применения метода моделей для достижения соответствующих целей. Процесс этот представляет единство построения и использования модели...» [1].

Таким образом, представляется возможным совместное определение понятий модели и моделирования, к примеру, следующим образом: моделирование – установление отображения ϕ множества свойств O объекта исследования o на множество свойств M материального или идеального объекта m , являющегося моделью объекта o , такого, что подмножество свойств $O' \subseteq O$, являющееся предметом исследования, изоморфно некоторому подмножеству свойств $M' \subseteq M$, где символ \subseteq означает отношение нестрогого включения.

Следует отметить, что как количество свойств исследуемого объекта o , являющихся элементами множества O , так и число свойств модели m – элементов множества M , вообще говоря, бесконечно. Однако при рассмотрении любого материального или идеального объекта, как правило, производится фиксация некоторого конечного числа свойств, которыми этот объект может быть описан, так что, без нарушения общности, в процессе дальнейшего исследования предполагается конечность множеств O и M . Изоморфизм подмножеств $O' \subseteq O$ и $M' \subseteq M$ будет являться следствием конечности множеств свойств O и M , на что указывал также В.Н. Сагатовский [13] при рассмотрении гносеологических аспектов понятия точности.

Необходимо также указать, что, поскольку используемый в приведённом определении термин «отображение» имеет математический смысл, то и понятие изоморфизма также должно пониматься в сугубо математическом смысле, то есть как характеристика отображения подмножества $O' \subseteq O$ на подмножество $M' \subseteq M$ относительно систем преобразований φ и ψ подмножеств O' и M' соответственно [11]. Для более полного понимания введённого определения понятий модели и моделирования уместным будет также отметить, что «два изоморфных множества неразличимы по своим свойствам, определяемым в терминах φ и ψ . Два различных изоморфных множества являются различными конкретными моделями некоторого абстрактного математического понятия» [11]. Кроме того, при использовании во введённом определении термина «отображение» не в математическом, а в общенаучном смысле, соответствующим образом должен изменяться также смысл термина «изоморфизм». В общенаучном смысле понятие изоморфизма может быть определено, к примеру, как «сходство свойств элементов или их совокупностей, определяющее их способность замещать друг друга в каких-нибудь соединениях; соответствие объектов, тождественных по своей структуре; сходство в чертах строения, организации чего-нибудь» [2]. Таким образом, введённое определение является корректным вне зависимости от того, в каком смысле используются термины «отображение» и «изоморфизм».

При задании отображения ϕ множества свойств O объекта исследования o на множество свойств M модели m , некоторое подмножество свойств $M^* \subseteq M$ будет представлять собой образ [11] $\phi(O')$ предмета исследования $O' \subseteq O$, так что модель m исследуемого объекта o , очевидно, будет наиболее адекватной цели моделирования при совпадении множеств M^* и M' . Если же термин «образ» понимать в философском смысле, как результат и иде-

альную форму отражения объекта в сознании [3], то образ моделируемого объекта будет являться основой содержательного описания некоторого объекта, который может выступить в качестве модели объекта исследования.

Итак, модель представляет собой некоторый материальный или идеальный объект m , обладающий подмножеством свойств $M' \subseteq M$, изоморфным подмножеству свойств $O' \subseteq O$ моделируемого объекта o . Что же касается понятия «моделирование», то во введенной трактовке для его определения используется словосочетание «установление отображения», которое может пониматься двояко.

Во-первых, если целью всего исследования является детальное рассмотрение подмножества свойств $O' \subseteq O$ объекта o , что без обращения к моделированию оказывается невозможным в силу большого количества элементов множества O , экономических, технических, гуманитарных либо других причин, то под словосочетанием «установление отображения» подразумевается построение некоторого материального или идеального объекта m , обладающего свойствами – элементами подмножества $M' \subseteq M$ – тождественными, в некотором смысле, свойствам – элементам подмножества $O' \subseteq O$ объекта исследования o , такого, чтобы подмножества O' и M' были бы изоморфными. Иными словами, в данном случае задача заключается в установлении изоморфизма между подмножеством свойств $O' \subseteq O$ существующего объекта o и подмножеством свойств $M' \subseteq M$ строящегося материального или идеального объекта m , являющегося моделью исследуемого объекта o , так что установление отображения может пониматься как процесс построения модели исследуемого объекта. Уместным будет также отметить, что, поскольку подмножество свойств $M' \subseteq M$ модели m изоморфно подмножеству свойств $O' \subseteq O$, являющемуся предметом исследования моделируемого объекта o , так что подмножества M' и O' являются, в некотором смысле, как указывалось выше, неразличимыми, то объекты m и o являются тождественными в смысле предмета исследования, так что в рамках проводимого исследования объект o может быть замещён объектом m .

Во-вторых, если целью исследования является установление количества, по возможности, наибольшего, свойств – элементов множества O и их детальное рассмотрение, то под словосочетанием «установление отображения» подразумевается установление характера, или, иными словами, определение свойств отображения множества O на множество свойств M некоторого, существующего или строящегося объекта m , с учетом того обстоятельства, что подмножества $O' \subseteq O$ и $M' \subseteq M$ являются изоморфными. Задача, таким образом, заключается в установлении количества элементов, или, выражаясь математически, мощности множеств O и M , установлении соответствия между этими множествами, выяснении, является ли это соответствие отображением, и установлении свойств этого отображения или соответствия. Поскольку при этом материальный или идеальный объект m может и не существовать, то задача будет также включать в себя в качестве подзадачи построение модели m объекта исследования o . Более того, возникает также задача определения рамок, в которых объекты m и o могут считаться тождественными, то есть изоморфных подмножеств M'' и O'' соответственно, таких, что $M' \subseteq M'' \subseteq M$ и $O' \subseteq O'' \subseteq O$. Иначе говоря, речь идет о расширении границ предмета исследования, при котором объект m может выступать в качестве заместителя объекта o .

Очевидно, что вторая задача шире первой, и может включать её полностью в качестве подзадачи. Общим же для обеих задач является установление рамок, в которых объект исследования o и его модель m могут считаться тождественными, так что при рассмотрении объекта o объект m может выступать в качестве его заместителя. Таким образом, под моде-

лированием можно понимать операцию замещения исследуемого объекта o некоторым материальным или идеальным объектом m , обладающим свойствами объекта o , составляющими предмет исследования, и именуемым моделью объекта исследования o , основанную на операции обнаружения или построения объекта m , с целью исследования моделируемого объекта o .

Предложенное определение понятия «моделирование» по своему содержанию практически полностью совпадает с вышеприведенной трактовкой этого понятия Н. Хагером, поскольку замещение объекта исследования o его моделью m предполагает дальнейшее использование объекта m вместо объекта o в познавательной либо практической деятельности субъекта познания.

Следует отметить, что вышеприведенные рассуждения относительно понятий «модель» и «моделирование» касаются, в общем, познавательной деятельности, на что указывает термин «исследование», используемый при анализе этих понятий. Если же данный термин заменить словом «использование», то эти рассуждения будут применимы и к производственной, практической деятельности человека. Целесообразным также представляется указать на то, что исследование подмножества свойств O' моделируемого объекта o , как и установление количества свойств – элементов подмножества $O'' \subseteq O$, производится, как правило, в рамках эксперимента с моделью m . Так как в процессе эксперимента модель m воспроизводит свойства моделируемого объекта o , являющиеся предметом исследования, то термином «воспроизведение», используемым в некоторых вышеприведенных определениях понятия модели, более уместно будет именовать именно эксперимент с моделью. Указанное различие, проявляющееся в терминологии, имеет место, к примеру, в английском языке, где термином «modeling» обозначается процесс построения модели, а для обозначения процесса исследования модели с целью воспроизведения свойств объекта в рамках эксперимента с его моделью используется термин «simulation». Особенности воспроизведения в указанном смысле, в свою очередь, будут обусловлены видом моделирования в конкретном случае.

В соответствии с делением моделей на вещественные и знаковые, виды моделирования условно объединяются в такие группы, как материальное моделирование, при котором «исследование ведётся на основе модели, воспроизводящей основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики изучаемого объекта» [4], и идеальное моделирование, «которое основано не на материальной аналогии объекта и модели, а на аналогии идеальной, мыслимой» [4]. Основными разновидностями материального моделирования являются физическое моделирование, при котором исследуемому объекту ставится в соответствие его увеличенная или уменьшенная копия, так что исследование производится на основе переноса свойств модели на объект, и аналоговое моделирование, в основе которого лежит аналогия процессов, имеющих различную физическую природу, но одинаково описываемых формальными соотношениями. В свою очередь, разновидностями идеального моделирования, носящего теоретический характер, являются интуитивное моделирование, и знаковое моделирование, «использующее в качестве моделей знаковые преобразования какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, формулы, наборы символов и так далее, а также включающее совокупность законов, по которым можно оперировать с выбранными знаковыми образованиями и их элементами» [4]; наиболее известной разновидностью знакового является математическое моделирование [4], сущность которого «состоит в замене исходной (исследуемой, управляемой, эксплуатируемой) системы ее математической моделью и дальнейшем экспериментировании с этой моделью при помощи вычислительно-логических алгоритмов» [14], и включающее, в свою очередь, такие разновидности, как аналитическое и компьютерное моделирование. Характерной особенностью аналитического моделирования является то обстоятельство, что «процессы функционирования элементов системы записы-

ваются в виде некоторых математических соотношений (алгебраических, интегро-дифференциальных и тому подобных) или логических условий» [14], а методы исследования аналитической модели, в свою очередь, подразделяются на аналитические, численные и качественные. Компьютерное моделирование характеризуется представлением математической модели исследуемой системы в виде программы для ЭВМ, что позволяет проводить с компьютерной моделью серию вычислительных экспериментов. Виды компьютерного моделирования различаются между собой в зависимости от математического аппарата, используемого при построении модели, и способа организации вычислительных экспериментов. Численные методы компьютерного моделирования предполагают в качестве средств построения модели методы вычислительной математики решения различных задач, к примеру, дифференциальных уравнений, а сущность вычислительного эксперимента заключается в исследовании решения, полученного при значениях параметров и начальных условиях, соответствующих условиям функционирования исследуемой системы; статистические методы компьютерного моделирования используют в качестве средств построения модели методы многомерного статистического анализа, а экспериментирование с моделью заключается в исследовании статистических данных о процессах, происходящих в моделируемой системе при заданных условиях; имитационные методы компьютерного моделирования подразумевают использование методов различных теорий, к примеру, методов теории вероятностей или методов теории нечетких множеств, а сущность имитационного эксперимента состоит в воспроизведении на ЭВМ процесса функционирования исследуемой системы, при котором сохраняется логическая структура и последовательность протекания во времени составляющих моделируемый процесс элементарных явлений [14].

Моделирование как процесс построения и исследования модели является последовательностью взаимосвязанных этапов. К примеру, Н. Хагер выделял эвристическую стадию моделирования, в процессе реализации которой «подбирается или строится модель, которая наилучшим образом соответствует сформулированной задаче, достижению поставленной цели» [1]; стадию модельного познания, осуществляемую посредством экспериментов с моделью; прагматическую стадию моделирования, реализация которой сопряжена с переносом полученных на предыдущей стадии знаний на объект исследования, что может также включать непосредственное практическое применение полученных результатов; стадию выяснения, которая «имеет место отнюдь не во всех конкретных процессах моделирования» [1], и в результате реализации которой «модель находит свое место в комплексе теоретических категорий и в конечном итоге может найти применение в новых процессах моделирования» [1].

2 О взаимосвязи понятий моделирования и абстракции

Вместе с тем, «при моделировании имеют место и играют ту или иную роль разные виды абстрагирования» [1]. Предметом исследования является только подмножество свойств $O' \subseteq O$ моделируемого объекта o , так что модель m воспроизводит объект исследования o не полностью, а в упрощенном виде, и, поскольку в модели «отражаются лишь существенные элементы, свойства и отношения оригинала» [10], постольку любой процесс моделирования «есть также процесс абстрагирования» [10]. Таким образом, для более полного выявления особенностей процесса моделирования оказывается необходимым рассмотреть его взаимосвязь с абстракцией.

Традиционно абстракция понимается как операция мысленного выделения отдельных существенных сторон исследуемого предмета и отвлечения от других его сторон, несущественных для предпринимаемого рассмотрения [15]. Подобная трактовка, однако, имеет чисто психологический характер в силу использования таких терминов, как «мысленное выделе-

ние» и «отвлечение», а также чисто интуитивное понимание «существенности» сторон изучаемого предмета. В силу этих обстоятельств возникла необходимость рассмотрения абстракции как логической операции, что было предпринято М.А. Розовым.

В процессе исследования абстракции как логического процесса, М.А. Розовым было предложено следующее общее определение абстракции: «абстракция – это операция замещения в одной из ее возможных форм, обусловленная объективными отношениями независимости. Под независимостью при этом понимается либо независимость друг от друга различных явлений или их сторон, либо независимость результата тех или иных операций от особенностей объекта» [16]. Термином «замещение», в свою очередь, именуется «процесс, состоящий в превращении разных объектов или знаковых образований в предмет одних и тех же операций с целью получения одного и того же результата»; при этом выделяются различные формы замещения, зависящие от конкретного содержания основных характеристик этого процесса. К примеру, в зависимости от того, что и чем замещается, выделяются типы замещения, описываемые схемами «объект–объект», «объект–знак» и «знак–знак», а в зависимости от того, относительно каких операций происходит замещение, выделяются такие типы, как замещение относительно практических производственных операций или замещение в познавательной деятельности [16]. В частности, если замещение осуществляется относительно операций постановки и решения некоторой познавательной задачи, то такого типа замещение описывается схемой «объект–модель», сущность которого заключается в перенесении задачи, стоящей относительно объекта исследования o , на некоторый объект m и решении этой задачи относительно последнего с последующим переносом результата, полученного относительно объекта m , на объект o . При этом под моделью m объекта o может пониматься как материальное, так и знаковое образование [16]. В зависимости от результата операции оценки факторов и вида замещения, М.А. Розов выделяет такие виды абстракции, как абстракцию категорическую и гипотетическую, абстракцию от безразличных и от затемняющих факторов, абстракцию категориальную и докатегориальную, однако детальное рассмотрение видов абстракции не является необходимым для цели предпринятого исследования.

Рассматривая абстракцию как процесс и как результат, М.А. Розов выделяет этап обнаружения объективных отношений независимости, который он называет операцией оценки факторов, и этап замещения, так что операция замещения представляет собой абстракцию–результат, а операция оценки факторов, взятая в ее функции обоснования операции замещения, является процессом абстрагирования и представляет собой не что иное, как операцию получения определенного знания об объекте исследования, которой можно поставить в соответствие общую характеристику этого знания. Результатом этой операции будет являться знание о независимости предмета исследования от каких-либо факторов, именуемое М.А. Розовым «абстрактной моделью», и фиксируемое в виде высказываний типа «А не зависит от В», «В не оказывает влияния на А», «В несущественно для А» и им подобных, в случае, когда имеет место категорическая абстракция, и в виде высказываний, к примеру, таких, как «А не зависит от В при условии С», «если имеет место условие С, то В не оказывает влияния на А» – в случае абстракции гипотетической. Таким образом, операции оценки факторов ставится в соответствие категория независимости [16]. Следует также отметить, что в случае гипотетической абстракции условия, при которых предмет исследования не зависит от каких-либо факторов, выступают как постоянно фактически осуществляемые, то есть реальные условия, определяющие границы применения абстрактной модели.

Возвращаясь к рассмотрению процесса моделирования, следует указать, что цель моделирования, являющаяся своего рода «производной» цели всего исследования объекта o , диктует необходимость проведения анализа взаимосвязей между элементами подмножества

O' , являющегося, с одной стороны, предметом исследования, а, с другой – объектом моделирования исследуемого объекта o , и остальными свойствами объекта o – подмножеством его свойств $O \setminus O'$, где символом \setminus обозначается разность множеств, так что подмножество $O \setminus O'$ является дополнением подмножества O' . Подобный анализ, являющийся частью содержательной задачи в смысле вышеприведенного замечания З. Пауля, позволяет установить, при каких условиях элементы подмножества $O \setminus O'$ не оказывают существенного влияния на результат исследования подмножества свойств O' , вследствие чего оказывается возможным описать некоторый реально неосуществимый или осуществимый объект t – модель исследуемого объекта o – такой, что подмножество $M' \subseteq M$ его свойств изоморфно подмножеству $O' \subseteq O$ свойств объекта o . В случае реальной неосуществимости объекта t его описание будет носить гипотетический характер, так что модель t объекта o будет представлять собой идеальный объект. В противном случае, то есть когда объект t существует, или может быть построен, описание модели t будет иметь отвлеченный характер в силу того, что при описании t предметом рассмотрения будут только элементы подмножества M' , вне рассмотрения подмножества $M \setminus M'$ и комплекса взаимосвязей между элементами подмножеств M' и $M \setminus M'$. Необходимым же условием построения модели t , либо выбора в качестве t некоторого существующего объекта, является установление множества свойств M объекта t и анализ взаимосвязей между элементами подмножеств M' и $M \setminus M'$ с целью выявления условий, при которых элементы подмножества $M \setminus M'$ не оказывают существенного влияния на элементы подмножества M' . Возможность замещения объекта o его моделью t в процессе исследования o обуславливается полным или частичным совпадением условий независимости подмножеств свойств O' и $O \setminus O'$ с условиями независимости подмножеств свойств M' и $M \setminus M'$. При этом понятие «частичное совпадение условий независимости» должно трактоваться в зависимости от цели исследования: если целью исследования объекта o является детальное рассмотрение подмножества свойств O' , то условия независимости элементов подмножества M' от элементов подмножества $M \setminus M'$ объекта t будут «сильнее», чем аналогичные условия, определяющие отношение между подмножествами свойств O' и $O \setminus O'$ объекта o ; если же целью исследования o является установление подмножества свойств O'' , такого, что $O' \subseteq O'' \subseteq O$, то условия независимости элементов подмножества M' от элементов подмножества $M \setminus M'$ окажутся «слабее» условий независимости элементов подмножества O' от элементов подмножества $O \setminus O'$. Иными словами, если знание о независимости M' от $M \setminus M'$ формулируется в виде выражения «свойства объекта t , являющиеся элементами подмножества $M \setminus M'$, не оказывают существенного влияния на свойства t – элементы подмножества M' при условии $\mathfrak{Z} = \{\mathfrak{Z}^1, \dots, \mathfrak{Z}^k\}$ », а знание о независимости O' от $O \setminus O'$ формулируется, соответственно, в виде выражения «свойства объекта o , являющиеся элементами подмножества $O \setminus O'$, не оказывают существенного влияния на свойства o – элементы подмножества O' при условии $\mathfrak{F} = \{\mathfrak{F}^1, \dots, \mathfrak{F}^s\}$ », так что \mathfrak{Z} и \mathfrak{F} представляют собой множества условий независимости, то частичное совпадение условий независимости в первом случае может быть выражено соотношением $\mathfrak{Z} \subseteq \mathfrak{F}$, а во втором – соотношением $\mathfrak{Z} \supseteq \mathfrak{F}$. Здесь уместно будет отметить, что как знание о независимости M' от $M \setminus M'$, так и знание о независимости O' от $O \setminus O'$ резюмируется в виде выражений естественного языка, характеризующих результат операции оценки факторов в случае гипотетической абстракции. Следует также учитывать, что полное совпадение множеств \mathfrak{Z} и \mathfrak{F} будет иметь место при $k = s$. Кроме того, необходимо указать, что, как в случае гипотетического описания объекта t , так и в случае его отвлеченного описания, существует или может быть

построен не один, а множество объектов $\{m_1, \dots, m_g\}$, соответствующих описанию объекта m , то есть обладающих подмножеством свойств M' . Проблема выбора в качестве модели единственного объекта из множества $\{m_1, \dots, m_g\}$ решается, как правило, исходя из рассмотрения совпадения множеств условий \mathfrak{Z} и \mathfrak{F} для каждого объекта – элемента множества $\{m_1, \dots, m_g\}$ с учетом указанных выше особенностей – ингерентности, конечности, упрощенности, приближенности, адекватности, истинности и динамичности – всех элементов множества $\{m_1, \dots, m_g\}$.

При рассмотрении взаимосвязи понятий моделирования и абстракции первым обстоятельством, на которое требуется обратить внимание, является то, что понятие «моделирование», как и понятие «абстракция», определяется посредством термина «замещение». Второе обстоятельство, которое необходимо отметить, заключается в независимости элементов подмножества свойств M' объекта m от элементов подмножества $M \setminus M'$ при условиях, полностью или частично совпадающих с условиями, когда влияние элементов подмножества $O \setminus O'$ на свойства исследуемого объекта o – элементы подмножества O' – несущественно, что обуславливает возможность замещения в процессе исследования объекта o его моделью m . Третье обстоятельство, являющееся следствием первых двух, состоит в том, что при обращении в процессе исследования объекта o к такому методу, как моделирование, объекты o и m становятся предметом «одних и тех же операций с целью получения одного и того же результата» [16], а именно – нового знания об исследуемом объекте o .

Итак, представляется возможным определить понятие «моделирование» через понятие «абстракция» в том смысле, в котором оно рассматривается М.А. Розовым относительно решения познавательных задач. При понимании абстракции как операции замещения исследуемого объекта o моделью m , обусловленной независимостью элементов подмножества свойств O' , составляющих предмет исследования, от остальных свойств объекта o – элементов подмножества $O \setminus O'$, понятие моделирования может быть определено как метод исследования некоторого объекта, заключающийся в его абстракции, обусловленной возможностью замещения исследуемого объекта моделью и не оказывающей влияния на результат исследования.

Таким образом, определение условий \mathfrak{F} независимости элементов подмножества O' от элементов подмножества $O \setminus O'$ свойств объекта исследования o , с одной стороны, и условий \mathfrak{Z} независимости элементов подмножества M' от элементов подмножества $M \setminus M'$ свойств некоторого материального или идеального объекта m , а также установление соответствия взаимосвязи условий \mathfrak{Z} и \mathfrak{F} цели исследования, позволяющее отождествить в рамках проводимого исследования объект o с некоторым объектом m , представляет собой операцию оценки факторов, или, иными словами, процесс абстрагирования, результатом которого является, в терминологии М.А. Розова, «абстрактная модель» объекта m , то есть знание в форме описания объекта m и условий, определяющих возможность введения в рассмотрение объекта m вместо объекта o в качестве модели. Абстрактная модель объекта m будет представлять собой не что иное, как образ $\phi(O')$ подмножества свойств $O' \subseteq O$ объекта o в рассмотренном выше смысле, в случае возможности теоретико-множественного описания множества свойств M^* некоторого объекта m . В свою очередь, процедура замещения в процессе исследования объекта o введенной на основании полученного знания моделью m , представляет собой абстракцию-результат, так что абстракция-результат, так же как и абстракция-процесс, представляет собой операцию, обусловленную полученным в процессе абстрагирования знанием об объекте o , с целью получения о нем нового знания. Если же аб-

стракцию трактовать как результат процесса абстрагирования, в таком же смысле, как это делает М.М. Новоселов [17], то есть понимать под абстракцией абстрактную модель объекта m , то операция оценки факторов может рассматриваться как процедура введения абстракции. В таком случае, уместным будет отметить, что процедура введения в рассмотрение модели m объекта o , являющаяся связующим звеном между абстракцией-процессом и абстракцией-результатом, может рассматриваться как процесс исключения абстракции [18] в силу того, что фигурирующая в исследовании вместо объекта o его модель m представляет собой конкретный объект, материальный или идеальный, обладающий множеством $M \supseteq M'$ свойств, так что модель m объекта o будет являться прежде всего моделью абстракции. Данное обстоятельство также, с одной стороны, служит подтверждением рассуждений М.А. Розова о взаимосвязи абстракции и конкретизации [16], а с другой стороны, представляет собой иллюстративный пример процесса восхождения от абстрактного к конкретному в рамках теоретического исследования [19].

В силу вышеизложенного, наряду с упомянутыми выше особенностями моделей – ингерентностью, конечностью, упрощённостью, приближённостью, адекватностью, истинностью и динамичностью – представляется целесообразным ввести в рассмотрение такую характеристику моделей, как *абстрактность*, под которой можно понимать меру несоответствия множества свойств M модели m множеству свойств O исследуемого объекта o . Поскольку введение модели исследуемого объекта может рассматриваться как связующее звено между абстракцией-процессом и абстракцией-результатом, то абстрактность модели может рассматриваться, с одной стороны, как качественная характеристика знания, полученного в результате операции оценки факторов, а с другой – как количественная характеристика соответствия модели исследуемому объекту.

Абстрактность модели m объекта o , очевидно, будет являться следствием конечности модели m , которая, в общем, обусловлена конечностью подмножества свойств O' объекта o , составляющих предмет исследования. В свою очередь, упрощённость модели, являющаяся качественной характеристикой соответствия модели исследуемому объекту, будет являться следствием абстрактности модели, так как чем в меньшей степени знание об объекте соответствует самому объекту, тем большими оказываются различия исследуемого объекта и его модели. Как следствие, в вышеупомянутом ряду особенностей моделей абстрактность должна занять место между конечностью и упрощённостью.

Таким образом, чем меньшее количество свойств объекта исследования o составляет предмет исследования O' , тем большее число свойств объекта o – элементов подмножества $O \setminus O'$ – оказывается несущественным для цели исследования и большее число свойств, являющихся элементами подмножества $M \setminus M'$, не оказывает влияния на подмножество свойств M' объекта m , так что уровень соответствия множеств M и O является менее высоким, то есть более высоким оказывается уровень абстрактности модели m исследуемого объекта o . Следовательно, уровень абстрактности модели m находится в обратной зависимости от величины $card(O')$ – количества элементов, или, что то же самое, мощности подмножества свойств O' , составляющих предмет исследования.

Итак, с увеличением количества свойств, составляющих предмет исследования, уменьшается абстрактность модели исследуемого объекта, и наоборот. Данный тезис можно рассматривать как аналог логического закона обратного отношения между содержанием и объемом понятия [20]. Поскольку упрощённость модели оказывается следствием ее абстрактности, то с возрастанием уровня абстрактности модели более высокой оказывается степень ее упрощённости и более низкой степень приближённости.

Заключение

Резюмируя результаты проведенного исследования, необходимо указать, что установление связи понятий моделирования и модели с такими математическими понятиями, как отображение, изоморфизм и образ, позволяет поставить вопрос о возможности формализации, хотя бы частичной и в самом общем случае, собственно процесса моделирования. Кроме того, при наличии возможности теоретико-множественного описания исследуемого объекта и его модели, а также задании отображения множества свойств объекта на множество свойств модели, трактовка знания, полученного в результате процесса абстрагирования моделирования, как образа подмножества свойств исследуемого объекта, составляющего предмет исследования, с одной стороны, а понимание этого знания как абстрактной модели исследуемого объекта – с другой, позволяет рассматривать абстрактную модель исследуемого объекта как образ предмета исследования, причем в таком случае понятие образа должно трактоваться с гносеологической точки зрения. Подобное понимание результата процесса абстрагирования, или, иными словами, операции оценки факторов, помимо установления взаимосвязи между понятиями образа и абстрактной модели, позволяет также содержательно осмыслить теоретико-множественное понятие образа. Более того, взаимосвязь понятий образа и абстрактной модели при гносеологической трактовке понятия образа не исключает их взаимно-однозначного соответствия, и образ предмета исследования может интерпретироваться как абстрактная модель исследуемого объекта.

Абстракция как познавательная операция в процессе моделирования исследуемого объекта является, с одной стороны, этапом, обосновывающим требования к некоторому материальному или идеальному объекту, призванному служить в качестве модели, с одной стороны, а с другой – собственно процедурой выбора одного объекта в качестве модели и ее введения в рассмотрение вместо исследуемого объекта. При этом процесс абстрагирования, являющийся первым этапом акта абстракции и результатом которого является абстрактная модель, может интерпретироваться как процедура введения абстракции, а операция замещения, являющаяся вторым этапом абстракции и представляющая собой в процессе моделирования процедуру введения в рассмотрение вместо исследуемого объекта его модели, представляющей собой некоторый материальный объект или идеальный конструкт – как процедура её исключения, так что модель исследуемого объекта будет являться, прежде всего, моделью абстракции. Помимо того, что абстракция является неотъемлемой компонентой моделирования, процесс моделирования может также рассматриваться как собственно акт абстракции. Понимание моделирования в соответствии с предложенным определением этого метода научного исследования через понятие абстракции как операции замещения объекта моделью, обусловленной обнаружением объективных отношений независимости, открывает новые возможности для его рассмотрения, прежде всего, с учетом психологических аспектов мыслительной деятельности человека. При определении понятия «моделирование» посредством понятия «абстракция», вышеприведенные высказывания Н. Хагера и З. Пауля получают дополнительное логико-методологическое обоснование, так как моделирование предстает в качестве единого многоэтапного процесса создания и исследования модели объекта, неотъемлемой компонентой которого является абстракция.

Введенное понятие абстрактности модели исследуемого объекта, наряду с понятиями инженерности, конечности, упрощённости, приближённости, адекватности, истинности и динамичности, является одной из основных характеристик моделей, позволяющей охарактеризовать абстрактную модель исследуемого объекта и количественно оценить соответствие модели исследуемому объекту, что открывает новые возможности для верификации модели, её усовершенствования и последующего изучения с целью введения модели в систему теоретического знания соответствующей предметной области. В свою очередь, сформулирован-

ный тезис о взаимосвязи абстрактности модели с мощностью подмножества свойств исследуемого объекта, составляющего предмет исследования, позволяет определить место понятия абстрактности среди других характеристик моделей.

Безусловно, предпринятое рассмотрение проблемы статуса абстракции как познавательной операции в процессе моделирования не является полным и исчерпывающим. Однако уже представляется возможным определить тематику и характер дальнейших исследований, таких, к примеру, как определение особенностей акта абстракции в различных видах моделирования, рассмотрение выявленного комплекса взаимосвязей понятия модели с некоторыми математическими понятиями, а также рассмотрение гносеологических аспектов моделирования в процессе научного исследования.

Список источников

- [1] *Хазер, Н.* Модели в естественных науках // Диалектика. Познание. Наука / В.А. Лекторский, В.С. Тюхтин, А.П. Шептулин и др.; отв. ред. В.А. Лекторский, В.С. Тюхтин. – М.: Наука, 1988. – С. 128-134.
- [2] *Ожегов, С.И.* Толковый словарь русского языка/ С.И. Ожегов., Н.Ю. Шведова. – 4-е изд., доп. – М.: ИТИ Технологии, 2006. – 944 с.
- [3] Большой энциклопедический словарь: В 2-х т. / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1991. Т. 1. – 1991. – 863 с.
- [4] *Горстко, А.Б.* Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. – 160 с.
- [5] *Перегудов, Ф.И.,* Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
- [6] Краткий словарь по философии / Под общ. ред. И.В. Блауберга, И.К. Пантина. – 4-е изд. – М.: Политиздат, 1982. – 431 с.
- [7] *Štoff V.A.* Modellierung und Philosophie. – Berlin: Akademie-Verlag, 1969. – 335 s.
- [8] *Уёмов, А.И.* Логические основы метода моделирования. – М.: Мысль, 1971. – 311 с.
- [9] *Нюберг, Н.Д.* О познавательных возможностях моделирования // Математическое моделирование жизненных процессов / М.Ф. Веденов, В.С. Гурфинкель, Н.Н. Лившиц, А.А. Ляпунов (ред.). – М.: Мысль, 1968. – С. 136-151.
- [10] *Пауль, З.* Диалектика содержательного и формального в процессах математического моделирования // Диалектика. Познание. Наука / В.А. Лекторский, В.С. Тюхтин, А.П. Шептулин и др.; отв. ред. В.А. Лекторский, В.С. Тюхтин. – М.: Наука, 1988. – С. 120-128.
- [11] Толковый словарь математических терминов. Пособие для учителей / О.В. Мантуров, Ю.К. Солнцев, Ю.И. Соркин, Н.Г. Федин; под ред. В.А. Диткина. – М.: Просвещение, 1965. – 540 с.
- [12] Hörz H. Modelle in der wissenschaftlichen Erkenntnis / Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR Gesellschaftswissenschaften, Nr. 11/G. – Berlin: Akademie-Verlag, 1978. – 18 s.
- [13] *Сагатовский, В.Н.* «Точность» как гносеологическое понятие / В.Н. Сагатовский // Философские науки. – № 1. – 1974. – С. 56-61.
- [14] Основы имитационного и статистического моделирования. Учебное пособие / Харин Ю.С., Малюгин В.И., Кирлица В.П. и др. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 287 с.
- [15] *Стемпковская, В.И.* О роли абстракций в познании/ В.И. Стемпковская. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 112 с.
- [16] *Розов, М.А.* Научная абстракция и ее виды/ М.А. Розов. – Новосибирск: Наука, 1965. – 137 с.
- [17] *Новоселов, М.М.* Абстракция и научный метод / М.М. Новоселов // Логика научного познания. Актуальные проблемы / отв. ред. Д.П. Горский. – М.: Наука, 1987. С. 30-56.
- [18] *Яновская С.А.* Проблемы введения и исключения абстракций более высоких (чем первый) порядков // Методологические проблемы науки / Под общ. ред. И.Г. Башмаковой, Д.П. Горского, В.А. Успенского. – М.: Мысль, 1972. – С. 235-242.
- [19] *Швырев, В.С.* Восхождение от абстрактного к конкретному как метод развития теоретического знания / В.С. Швырев, С.М. Джумадурдыев // Диалектика. Познание. Наука / В.А. Лекторский, В.С. Тюхтин, А.П. Шептулин и др.; отв. ред. В.А. Лекторский, В.С. Тюхтин. – М.: Наука, 1988. – С. 54-62.
- [20] *Жоль, К.К.* Логика: Учебное пособие для вузов/ К.К. Жоль. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 401 с.

Сведения об авторе



Вятченин Дмитрий Аркадьевич родился 13 декабря 1972 года в Москве. В 1994 году окончил кафедру математического моделирования и анализа данных факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета. В 1998 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата философских наук по специальности «философия науки и техники». Член Российской ассоциации нечетких систем. Ведущий научный сотрудник лаборатории проблем защиты информации Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси. Научные интересы включают нечеткие и вероятностные методы кластеризации, нечеткое управление, интеллектуальные системы принятия решений, моделирование сложных систем, философские проблемы искусственного интеллекта. Является автором более 130 опубликованных работ, включая статьи в международных журналах и сборниках трудов научных конференций, 3 монографии и 1 отредактированный сборник научных статей.

Dmitri A. Viattchenin was born on 13.12.1972 in Moscow. In 1994 he graduated (MSc) at the department of Mathematical Modelling and Data Analysis of the Faculty of Applied Mathematics and Informatics at Belarusian State University. He defended his PhD in the field of philosophy of sciences and technology in 1998. He is currently a leading researcher in the Laboratory of Information Protection Problems of the United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus. He is a member of the Russian Association of Fuzzy Systems. His research interests include techniques of fuzzy and possibilistic clustering, fuzzy control, intelligent decision making systems, simulation of complex systems, and philosophical aspects of artificial intelligence. He is the author of over 130 publications including papers in international and domestic journals and conference proceedings, 3 monographs and 1 edited volume.

УДК 519.5

ДВА НОВЫХ ПОНЯТИЯ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ В ОНТОЛОГИИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

С.А. Пиявский

Самарский государственный архитектурно-строительный университет
spiyav@mail.ru

Аннотация

Предлагаются два новых понятия теории оптимального принятия решений, обладающих высокой степенью общности: расширенный принцип оптимальности Парето и уверенное суждение лица, принимающего решение.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, принятие решений, ЛПР, способы учета неопределенности.

Введение

Понятийный аппарат, используемый в процессе принятия оптимальных решений, непрерывно растет. Это вызвано увеличением сложности решаемых практических задач и связанным с этим расширением фронта теоретических исследований. Необходимость систематизации и уточнения понимания используемых терминов потребовали использования онтологического подхода. Строя онтологию оптимизации как некоторого кластера науки, важно определиться с верхним уровнем дерева понятий, порождающим за счет подключения новых гипотез и областей применения понятия более низкого уровня.

Безусловно, ключевыми понятиями самого верхнего уровня являются не нуждающиеся в комментировании понятия *многокритериальной оптимизации, множества допустимых вариантов решения, вектора критериев, значений вектора критериев на множестве допустимых вариантов решения, принцип Парето-оптимальности*. Понятия следующего уровня – различные методы принятия многокритериальных оптимальных решений (линейной свертки, аналитической иерархии, теории полезностей, ELECTRE, ЦИКЛ, ШНУР и др., см., например [1-3]) – порождаются различными гипотезами их авторов о возможностях лица, принимающего решение (ЛПР), формализовать свое имманентное понимание сравнительной важности критериев оптимальности. В настоящей статье мы предлагаем включить в число понятий высшего уровня понятие *расширенной Парето-оптимальности*, а между высшим и следующим за ним уровнем расположить понятие *уверенных суждений ЛПР*.

1 Расширенный принцип Парето-оптимальности. Постановка задачи

Предлагается принцип, позволяющий устанавливать иерархию по эффективности среди Парето-оптимальных вариантов многокритериальных решений без использования каких-либо отношений порядка между критериями.

Рассмотрим задачу выбора наилучшего решения из множества решений, в которой эффективность каждого решения описывается вектором критериев эффективности.

Фундаментальным результатом при решении этой задачи является *принцип оптимальности Парето*, устанавливающий, что *наилучшее решение не может быть неэффективным*.

Решение $\bar{y} \in Y$ называется неэффективным, если в Y можно указать другое (т.н. доминирующее) решение, которое по каждому из критериев не хуже, чем \bar{y} , а хотя бы по одному критерию – лучше.

Множество таких Парето-оптимальных (эффективных) решений, как правило, содержит более одного элемента. Считается, что для того, чтобы ЛПР могло выбрать из них «наилучшее» решение, необходимо в той или иной форме ввести в рассмотрение некоторые отношения порядка между критериями. Это может быть сделано в форме «весовых коэффициентов», как в методе линейной свертки; отношений парного предпочтения, как в методе аналитической иерархии Саати; «мысленных лотерей», как в многокритериальной теории полезности, и многими другими способами [1-3].

В настоящей работе предлагается принцип, позволяющий стратифицировать множество Парето-оптимальных решений без сопоставления между собой «значимости» различных критериев. Как и принцип оптимальности Парето, он не гарантирует выделения единственного «наилучшего» решения, однако зачастую позволяет сузить для ЛПР множество Парето-оптимальных вариантов и тем самым облегчить окончательный выбор; в то же время он представляется столь же естественным, как и принцип оптимальности Парето.

2 Основные положения

Рассмотрим в некоторой задаче принятия многокритериальных решений множество точек $F = \{f_i^j\}_{i=1,\dots,n; j=1,\dots,m}$, отражающих в m -мерном пространстве значения критериев оптимальности n Парето-оптимальных решений $Y = \{y_i\}_{i=1,\dots,n}$ (примем для определенности, что значения критериев неотрицательны и желательным является минимальное значение каждого критерия). Множество F задает *границу эффективности* решений, разделяющую все критериальное пространство на два подпространства: точки одного из них эффективны по Парето, другого – неэффективны. При добавлении новой Парето-оптимальной точки эта граница как бы продвигается в сторону большей эффективности решений. Это дает основания оценивать каждую Парето-оптимальную точку с позиций того, насколько далеко она продвигает границу эффективности. Назовем количественную характеристику этого продвижения *прогрессивностью* соответствующего Парето-оптимального решения (или соответствующей ему Парето-оптимальной точки в критериальном пространстве) относительно совокупности всех остальных Парето-оптимальных решений.

Измерить прогрессивность Парето-оптимального решения можно минимальным отклонением в критериальном пространстве отвечающей ему точки «в худшую» сторону, при котором эта точка становится неэффективной, т.е. перестает влиять на границу эффективности. Тогда прогрессивность решения можно характеризовать m -мерным вектором, каждая компонента которого показывает, на какую величину следует минимально ухудшить (увеличить) значение соответствующего критерия, чтобы решение стало неэффективным.

Назовем Парето-оптимальное решение *менее прогрессивным* относительно некоторого другого Парето-оптимального решения, если его прогрессивность как вектор доминируется (в смысле Парето) прогрессивностью этого второго решения, которое назовем *более прогрессивным*. Менее прогрессивное решение как бы менее «выдвинуто в сторону оптимальности» по отношению к другим Парето-оптимальным решениям, чем более прогрессивное. Исходя из того, что все Парето-оптимальные решения, без введения дополнительных установок типа сравнительной значимости критериев, одинаково значимы для ЛПР, у него есть основание предпочесть более прогрессивное решение менее прогрессивному.

Решение, не имеющее соответствующего более прогрессивного, также будем называть более прогрессивным. Тогда **расширенный принцип Парето-оптимальности** можно сформулировать так: *наилучшее решение не может быть менее прогрессивным*.

Пример 1. Рассмотрим множество Парето-оптимальных решений, представленное в таблице 1 (столбцы 1-3) и на рисунке 1.

Таблица 1 – Прогрессивность решений в примере 1

i	f_i^1	f_i^2	Прогрессивность исходных решений	Характеристика прогрессивности исходных решений	Прогрессивность прогрессивности исходных решений	Характеристика прогрессивности прогрессивности исходных решений
1	2	3	4	5	6	7
1	3	10	2, ∞		1, ∞	Менее прогрессивно (доминируется 3)
2	5	9	3, 1	Менее прогрессивно (доминируется 3)	-	
3	8	7	4, 2		6, ∞	
4	12	2	1, 5	Менее прогрессивно (доминируется 1)	-	
5	14	1	∞ , 1		∞ , 1	

Прогрессивность каждого решения, наглядно видная из рисунка 1, приведена в четвертом столбце таблицы 1. Видно, что по прогрессивности решение 2 доминируется решением 3, а решение 4 – решением 1. Таким образом, решения 2 и 4 являются менее прогрессивными и потому не рекомендуются в качестве наилучших.

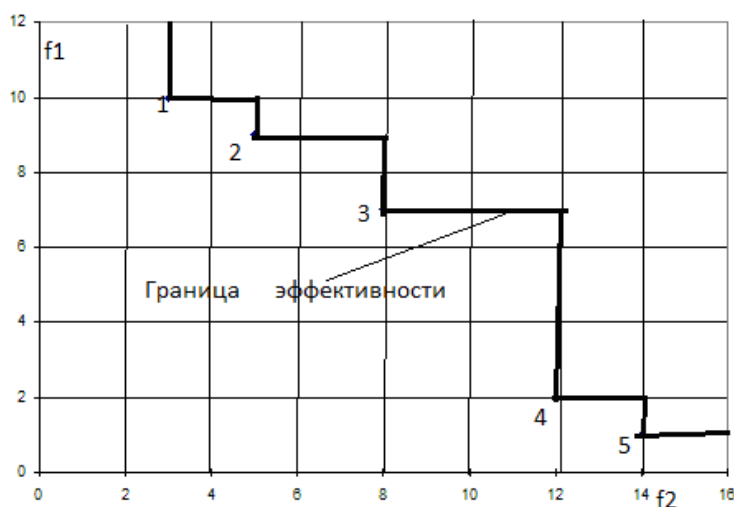


Рисунок 1 – Прогрессивность исходных решений в примере 1

Прогрессивности решений 1, 3 и 5 (рисунок 2) также можно сравнить по прогрессивности (как бы на втором уровне), используя предложенный расширенный принцип Парето-оптимальности. Результат показан в столбце 6 таблицы 1. Видно, что прогрессивность прогрессивности исходных решений (назовем ее прогрессивностью 2-го порядка) для решения 1 доминируется соответствующей характеристикой для решения 3. Таким образом, решение 1 также не рекомендуется в качестве наилучшего.

Итак, Парето-оптимальные решения в рассматриваемом примере стратифицированы следующим образом:

- 1) обладающие наибольшей прогрессивностью и рекомендуемые к рассмотрению в качестве наилучшего решения – решения 3 и 5;
- 2) обладающие меньшей прогрессивностью – решения 2 и 4;
- 3) обладающее еще меньшей прогрессивностью – решение 1.

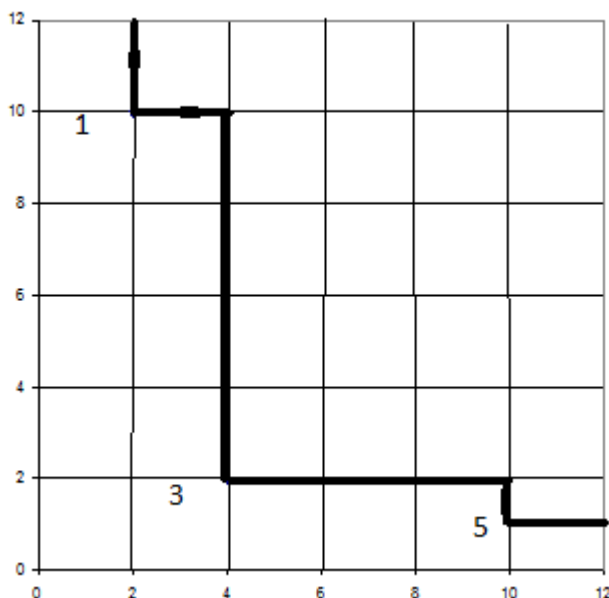


Рисунок 2 – Прогрессивность исходных решений в примере 1

Схема иерархии решений показана на рисунке 3.

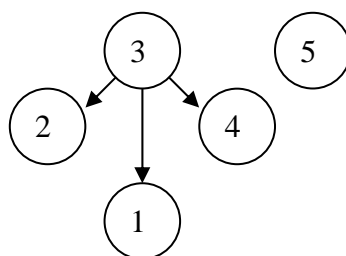


Рисунок 3 – Иерархия исходных решений в примере 1

3 Алгоритм расчета прогрессивности

Рассмотрим расчет отдельной компоненты прогрессивности отдельного Парето-оптимального решения. Без ограничения общности можно считать, что рассчитывается первая компонента первого решения.

По определению прогрессивности, необходимо найти минимальное значение неотрицательной переменной x , добавление которой к значению критерия f_1^1 делает решение 1 доминируемым каким-либо из оставшихся Парето-оптимальных решений.

Введем булевы переменные $u_i, i = 2, \dots, n$. Будем полагать, что $u_k = 1$, если решение k доминирует решение 1. Тогда условие доминирования решения 1 хотя бы одним из Парето-оптимальных решений имеет вид:

$$(1) f_1^j \geq u_i f_i^j, \quad i = 2, \dots, n, \quad j = 2, \dots, m,$$

$$(2) f_1^1 + x \geq u_i f_i^1, \quad i = 2, \dots, n,$$

$$(3) \sum_{i=2}^n u_i \geq 1.$$

Добавив к соотношениям (1)-(3) критерий оптимальности

$$(4) x \rightarrow \min$$

получим задачу смешанного линейного программирования, которая легко решается известными методами и пакетами программ.

Ее можно упростить, если заменить (3) требованием выделения единственного доминирующего решения. Это допустимо, т.к. если при этом окажется, что и другие решения доминируют решение 1, это не будет противоречить выполнению для них соотношений (1). При замене (3) на следующее соотношение

$$(3a) \sum_{i=2}^n u_i = 1$$

соотношения (1), (2) можно представить в эквивалентном виде:

$$(1a) f_1^j \geq \sum_{i=2}^n u_i f_i^j, \quad j = 2, \dots, m,$$

$$(2a) f_1^1 + x \geq \sum_{i=2}^n u_i f_i^1,$$

т.е. в n раз уменьшить размерность задачи линейного программирования. Решая эту задачу m раз для различных критериев решения 1, мы получим его прогрессивности как вектор $x_1 = (x_1^1, \dots, x_1^m)$. Аналогично рассчитывается прогрессивности других решений.

Продолжение примера 1. В условиях примера 1 соответствующие задачи линейного программирования имеют следующий вид.

Решение 1. Критерий 1.

$$\left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow \min \\ 3 + x \geq 5u_2 + 8u_3 + 12u_4 + 14u_5 \\ 10 \geq 9u_2 + 7u_3 + 2u_4 + 1u_5 \\ u_2 + u_3 + u_4 + u_5 = 1 \\ x \geq 0 \end{array} \right\}.$$

Решение (надстройкой «Поиск решения» Excel): $x = 2$.

Решение 1. Критерий 2.

$$\left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow \min \\ 3 \geq 5u_2 + 8u_3 + 12u_4 + 14u_5 \\ 10 + x \geq 9u_2 + 7u_3 + 2u_4 + 1u_5 \\ u_2 + u_3 + u_4 + u_5 = 1 \\ x \geq 0 \end{array} \right\}.$$

Решение (надстройкой «Поиск решения» Excel): «Решение отсутствует».

Итак, $x_1 = (2, \infty)$, т.е. полученные результаты совпадают с приведенными в таблице 1.

Пример 2. Используем расширенный принцип Парето-оптимальности в показанной в таблице 2 (столбцы 1-4) задаче принятия решения, содержащей пять Парето-оптимальных вариантов.

Таблица 2 – Прогрессивность решений в примере 2

i	f_i^1	f_i^2	f_i^3	Прогрессивность исходных решений	Характеристика прогрессивности исходных решений	Прогрессивность исходных решений	Характеристика прогрессивности исходных решений
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	10	4	$2, \infty, \infty$	Менее прогрессивно (доминируется 2)	$1, \infty$	
2	5	9	3	∞, ∞, ∞		-	
3	8	7	8	$4, 2, \infty$	Менее прогрессивно (доминируется 2)	$6, \infty$	
4	12	2	5	$\infty, 7, \infty$	Менее прогрессивно (доминируется 2)	-	
5	14	1	6	$\infty, 1, \infty$	Менее прогрессивно (доминируется 2)	$\infty, 1$	

Математические модели для расчета прогрессивности решения 1 таковы.

Критерий 1.

$$\left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow \min \\ 3 + x \geq 5u_2 + 8u_3 + 12u_4 + 14u_5 \\ 10 \geq 9u_2 + 7u_3 + 2u_4 + 1u_5 \\ 4 \geq 3u_2 + 8u_3 + 5u_4 + 6u_5 \\ u_2 + u_3 + u_4 + u_5 = 1 \\ x \geq 0 \end{array} \right\}.$$

Решение (надстройкой «Поиск решения» Excel): $x = 2$.

Критерий 2.

$$\left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow \min \\ 3 \geq 5u_2 + 8u_3 + 12u_4 + 14u_5 \\ 10 + x \geq 9u_2 + 7u_3 + 2u_4 + 1u_5 \\ 4 \geq 3u_2 + 8u_3 + 5u_4 + 6u_5 \\ u_2 + u_3 + u_4 + u_5 = 1 \\ x \geq 0 \end{array} \right\}.$$

Решение (надстройкой «Поиск решения» Excel): «Решение отсутствует».

Критерий 3.

$$\left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow \min \\ 3 \geq 5u_2 + 8u_3 + 12u_4 + 14u_5 \\ 10 \geq 9u_2 + 7u_3 + 2u_4 + 1u_5 \\ 4 + x \geq 3u_2 + 8u_3 + 5u_4 + 6u_5 \\ u_2 + u_3 + u_4 + u_5 = 1 \\ x \geq 0 \end{array} \right\}.$$

Решение (надстройкой «Поиск решения» Excel): «Решение отсутствует».

Итак, $x_1 = (2, \infty, \infty)$.

Аналогично рассчитываются прогрессивности и для других решений:

$x_2 = (\infty, \infty, \infty)$, $x_3 = (4, 2, \infty)$, $x_4 = (\infty, 7, \infty)$, $x_5 = (\infty, 1, \infty)$.

Сильноэффективным решением является решение 2, остальные решения слабоэффективны. Из них решение 4 доминирует решения 3 и 5.

Итак, Парето-оптимальные решения в рассматриваемом примере стратифицированы следующим образом:

- обладающее наибольшей прогрессивностью и рекомендуемое к рассмотрению в качестве наилучшего решения – решение 2;
- обладающие меньшей прогрессивностью – решения 1 и 4;
- обладающие меньшей прогрессивностью, чем решение 4 – решения 3 и 5.

Схема иерархии решений показана на рисунке 4.

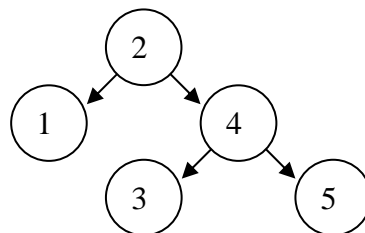


Рисунок 4 – Иерархия исходных решений в примере 2

4 Облегченная формулировка принципов оптимальности

При сравнении двух векторов из некоторой совокупности будем употреблять термин «большой» применительно к вектору, все компоненты которого не меньше, а хотя бы одна из них больше соответствующих компонент «меньшего» вектора. При этом термин «большой» будем применять к тем векторам совокупности, для которых в ней нет «меньших» векторов. Тогда можно дать краткую формулировку рассмотренных выше принципов оптимальности.

Принцип Парето-оптимальности: *наилучшим является эффективное решение.*

Расширенный принцип Парето-оптимальности: *наилучшим является эффективное решение с бóльшей прогрессивностью.*

5 Метод уверенных суждений ЛПР. Постановка задачи

Далее рассматриваются задачи многокритериального принятия решений, в которых альтернативы характеризуются набором частных критериев, могущих к тому же зависеть от ряда неопределенных факторов. Предлагается метод, позволяющий лицу, принимающему решение, с использованием специального программного обеспечения легко и обоснованно решать такие задачи на основе естественных для него суждений. Метод обладает максимальной возможной объективностью, поскольку не использует искусственных приемов, направленных на полную формализацию задачи за счет отыскания якобы адекватного ей единственного способа учета неопределенности («принципа оптимальности»), а учитывает все множество таких способов.

Как известно, в центре процедуры принятия любого решения, в конечном счете, находится человек или небольшая группа людей: субъект, который принято обобщенно называть *лицом, принимающим решения* – ЛПР. Это вызвано тем принципиальным обстоятельством, что любая, даже всего только двухкритериальная, задача принятия решения математически незамкнута. Поэтому ЛПР призвано дополнить в той или иной форме постановку проблемы до содержательной замкнутости, позволяющей, в конечном счете, прийти к единственному

«наиболее рациональному решению». В силу своих полномочий оно обладает необходимым неформализованным пониманием решаемой им проблемы и любой практически любой существующий метод поддержки принятия решений направлен на то, чтобы формализовать это понимание в форме, строго логически (практически всегда математически) приводящей к однозначному окончательному решению, т.е. выявить присущий ЛПР способ учета неопределенности, существующий в данной решаемой им задаче.

Отсюда следует, что метод должен быть понятен ЛПР, не сужать его возможностей по принятию решения за счет специфических особенностей самого метода, не предполагать у него наличия квалификации, выходящей за пределы его обычной компетенции и быть нетрудоемким для него. В [3] показано, что методов, одновременно удовлетворяющих всем этим требованиям, нет. Так, широко распространенный метод «линейной свертки» понятен ЛПР, однако может упускать Парето-оптимальные решения и предполагает, что ЛПР в состоянии указать точные количественные значения «весовых коэффициентов» свертки, что нереально даже при использовании «компетентных» экспертов (учитывая условность их подбора и неизбежный разброс в оценках).

Перспективное направление развития методов принятия решений, позволяющее сочетать перечисленные требования, состоит в том, чтобы не «выуживать» у ЛПР его способ учета неопределенности, а дать ему возможность опираться на все множество допустимых способов учета неопределенности, возложив возникающую при этом огромную вычислительную сложность на имеющуюся в распоряжении ЛПР ЭВМ (на столе или через Интернет). Такой подход был реализован нами в начале 70-х годов в методе ПРИНН и успешно применяется. Тем не менее, он содержал упрощения (фиксированные размеры ε -сети в пространстве способов учета неопределенности), направленные на то, чтобы уменьшить трудоемкость метода. Информационные технологии сегодняшнего дня позволили отказаться от этих упрощений и предложить излагаемый ниже метод, который, по нашему мнению, действительно и действительно ставит ЛПР в центр принятия сложных решений.

6 Распространенный способ скаляризации задачи

Рассмотрим классическую задачу многокритериальной оптимизации. Обозначим:

Y - множество вариантов решений (альтернатив), $f(y) = \{f^1(y), f^2(y), \dots, f^m(y)\}$, $y \in Y$ - вектор-функция m частных критериев оптимальности, определенных на множестве альтернатив. ЛПР желает выбрать из множества альтернатив «наиболее рациональный» вариант.

В этой задаче наиболее рациональный вариант решения $\bar{y} \in Y$ должен быть Парето-оптимальным, то-есть удовлетворять известному условию (при стремлении минимизировать каждый частный критерий):

$$\neg \exists \hat{y} \in Y : (f^j(\hat{y}) \leq f^j(\bar{y}) \quad j = 1, \dots, m) \wedge (\exists j \in \{1, \dots, m\} : f^j(\hat{y}) < f^j(\bar{y})).$$

Поскольку же все Парето-оптимальные варианты с равным основанием могут быть признаны наиболее рациональными, то для того, чтобы остановить свой выбор на одном из них, ЛПР должно использовать, в той или иной форме, дополнительную информацию или суждения.

Одно из наиболее естественных суждений состоит в том, чтобы ввести в рассмотрение некоторый скалярный комплексный критерий оптимальности $F(f(\bar{y}))$, соразмеряющий сравнительную важность различных частных критериев и позволяющий выбрать наиболее рациональный вариант решения строго математически:

$$F(f(\bar{y})) = \min_{y \in Y} F(f(y)).$$

Тем самым задача принятия решения перестает быть многокритериальной, и при задании конкретной функции $F(f)$ наиболее рациональный вариант решения определяется путем обычной скалярной оптимизации. Однако, поскольку конкретный вид функции $F(f)$ ЛПР неизвестен, тем самым в задачу вводится новое множество: множество допустимых способов учета неопределенности S , которое представляет собой множество допустимых функций $s \equiv F(f)$.

Без ограничения общности рассмотрения будем полагать далее, что значения всех частных критериев, а также комплексного критерия, нормированы от 0 до 1. Тогда способ учета неопределенности – это строго монотонная функция, определенная на m -мерном единичном гиперкубе и сопоставляющая каждому вектору из него числовое значение, также заключенное от нуля до единицы. Для того, чтобы подчеркнуть там, где необходимо, именно этот смысл обозначения $F(f)$ в отличие от значения комплексного критерия при конкретном значении аргумента f , мы будем использовать в этом втором смысле обозначение $F_s(f)$.

Большинство существующих формализованных методов принятия решений направлены на то, чтобы отыскать «правильный» для условий конкретной задачи способ учета неопределенности $\bar{s} \equiv \bar{F}(f)$, после чего наиболее рациональный вариант решения $y \in Y$ определяется чисто математическим путем, как правило, однозначно. Простейшим, и наиболее часто используемым на практике, примером такого подхода является введение линейной свертки частных критериев:

$$(5) \bar{F}(f) = \sum_{j=1}^m \alpha^j f^j, \alpha^j \geq 0, j = 1, \dots, m, \sum_{j=1}^m \alpha^j = 1,$$

где весовые коэффициенты $\alpha^j, j = 1, \dots, m$ задаются экспертным путем.

Обсудим обоснованность такого подхода.

Отметим, что при этом ЛПР сделал два суждения:

- первое – что именно такой вид способа учета неопределенности в виде линейной свертки полностью адекватен данной задаче принятия решения;
- второе – что именно выбранные им эксперты, способ организации экспертизы и способ обработки мнений экспертов приводят к абсолютно достоверным значениям весовых коэффициентов.

Оба суждения могут быть оспорены с разумных позиций. Действительно, линейная свертка обладает рядом известных недостатков. В частности, она может «не видеть» некоторые Парето-оптимальные варианты решения ни при каких значениях весовых коэффициентов. Так, например, на рисунке 5 для двух минимизируемых критериев все варианты решений, образы которых в критериальном пространстве лежат выше пунктирной линии, не будут признаны наиболее рациональными ни при каких значениях весовых коэффициентов линейной свертки, хотя они являются Парето-оптимальными [1].

Тем самым в этом примере использование линейной свертки нарушает естественное требование к множеству способов учета неопределенности S , а именно, что любому Парето-оптимальному варианту из множества допустимых вариантов решений Y должна соответствовать хотя бы одна функция $F(f) \in S$, при использовании которой этот вариант решения является наиболее рациональным. Невыполнение этого требования сужает возможности выбора ЛПР за счет чисто математических особенностей применяемого аппарата, что недопустимо. Обозначим через $Y_p \subset Y$ множество всех Парето-оптимальных вариантов решений из множества Y . Тогда приведенное условие имеет вид:

$$(6) \forall y \in Y_p \exists F(f) \in S : F(f(y)) \equiv \min_{z \in Y} F(f(z)) \leq \min_{\substack{z \in Y \\ \hat{F}(f) \in S}} \hat{F}(f(z)).$$

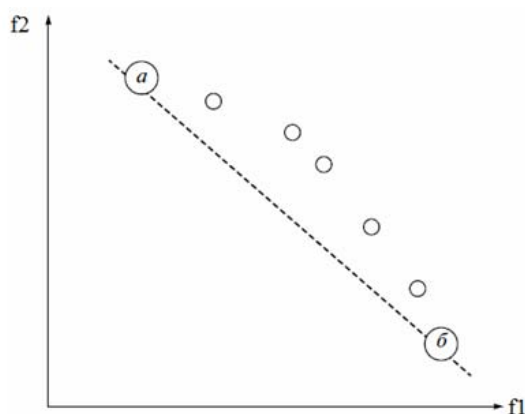


Рисунок 5 – Пример, демонстрирующий некорректность линейной свертки

Конкретизируем (6) для задачи принятия решений с конечным множеством допустимых вариантов решений $Y = \{y_i\}_{i=1,\dots,n}$. Обозначим $f_i^j \equiv f^j(y_i)$. Тогда при использовании линейной свертки условие (6) означает, что для любых i , таких, что $y_i \in Y_p$, должна быть совместна система следующих неравенств относительно переменных α_i^j ,

$$(7) \quad \begin{aligned} \sum_{j=1}^m \alpha_i^j f_i^j &\leq \sum_{j=1}^m \alpha_i^j f_k^j \quad k = 1, \dots, n, \quad k \neq i \\ \alpha_i^j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad \sum_{j=1}^m \alpha_i^j = 1 \end{aligned}$$

Если условие (7) не выполняется, использование линейной свертки не обеспечивает полноценного анализа задачи принятия решения. Между тем, выполнение этого условия на практике никогда не проверяется.

Кроме того, помимо линейной свертки существует целый ряд столь же известных принципов оптимальности (Паскаля, Вальда, минимального сожаления и пр.), а также широкий спектр методик многокритериального выбора решения (см., например [2, 3]), позволяющих по-своему вычислить значения комплексного критерия F . Почему же ЛПР выбирает именно линейную свертку? Ее простота не может быть решающим доводом, так как наличие ЭВМ позволяет сделать незатруднительным для ЛПР любой, сколь угодно сложный, метод расчета.

Субъективность же определения значений весовых коэффициентов с помощью экспертизы очевидна.

Таким образом, оказывается, что выбор линейной свертки в качестве принятого ЛПР способа учета неопределенности отнюдь не является его «уверенным суждением», подобным требованию Парето-оптимальности наиболее рационального решения, а требует серьезного обоснования. Ясно, что при принятом способе скаляризации задачи на самом деле неопределенность не устраняется, а просто переносится с сопоставления частных критериев на сопоставление различных способов учета неопределенности, суть которых еще более далека от ЛПР.

Аналогичные возражения можно высказать в случае применения ЛПР вместо линейной свертки любого другого единственного якобы «правильного» способа учета неопределенности.

7 Непосредственное использование всего множества способов учета неопределенности

Более корректный путь решения задачи многокритериального выбора решения состоит, по нашему мнению, в том, чтобы, отказавшись от стремления устранить неопределенность выбором конкретного способа ее «свертывания», использовать для принятия решения непосредственно *все множество* способов учета неопределенности. В методе ПРИНН ([4-6] и др.) мы осуществили такой подход в три этапа. Первые два этапа носят универсальный характер, и лишь третий реализуется при решении конкретной задачи.

На первом этапе было дано математическое описание универсального множества способов учета неопределенности S для задачи, в которой скалярный критерий оптимальности F зависит от функции $f(x)$, принимающей значения на элементах $x \in X$ некоторого множества неопределенности X . Показано, что множество S есть множество непрерывных строго монотонных функций одной переменной $G(t)$ (так называемых порождающих функций), определенных на отрезке $[0, 1]$ и удовлетворяющих условиям $G(0) = 0$, $G(1) = 1$. Значение комплексного критерия при способе учета неопределенности $G(t)$ рассчитывается по формуле

$$(8) F = G^{-1}\left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m G(f(x^j))\right), \text{ если } X = \{x^1, \dots, x^m\},$$

или

$$(9) F = G^{-1}\left(\frac{1}{\Omega} \int_{x \in X} G(f(x)) dx\right), \text{ если } X \subset R_m - \text{область } m\text{-мерного Евклидова пространства,}$$

где $\Omega = \int_{x \in X} dx$.

На втором этапе все множество допустимых способов учета неопределенности было заменено оптимальной ε -сетью, т.е. конечным числом наиболее полно представляющих его способов учета неопределенности.

На третьем этапе между этими «представителями» организуется (конечно, в виде математического алгоритма) итеративная процедура согласования оценок каждого варианта решения каждым «представителем» с позиций присущего ему способа учета неопределенности, однако с учетом оценок, данных другими «представителями». Такой алгоритм моделирует известную процедуру ДЕЛФИ согласования мнений экспертов.

Метод ПРИНН хорошо зарекомендовал себя при решении значительного числа практических задач, однако определенным его недостатком является субъективность предложенной процедуры выделения небольшого числа «представителей» из всего множества способов учета неопределенности и организации процедуры типа ДЕЛФИ. Из-за этого метод по сути также можно рассматривать как один из возможных конкретных способов учета неопределенности, наряду с методом линейной свертки и другими. В предлагаемом в настоящей статье методе этот недостаток устранен, так как при принятии решения используется непосредственно все множество способов учета неопределенности. Субъективность, которая является принципиальным правом ЛПР, включается (притом лишь при его желании) только через два вида его «уверенных» суждений.

Уверенное суждение первого типа. При своей уверенности ЛПР может отнести различные частные критерии к различным группам важности. Например, «критерии 1 и 4 наиболее важны, критерии 2 и 6 просто важны, а критерий 5 имеет наименьшую важность». Подчеркнем, что не предполагается, что ЛПР дает количественную оценку степени сравни-

тельной важности частных критериев, речь идет лишь об их качественном сравнении, при этом необязательном.

Уверенное суждение второго типа. При желании ЛПР может сконструировать пары Парето-несравнимых векторов частных критериев, в отношении которых он уверен, что один из векторов «лучше» другого. При этом не требуется, чтобы эти векторы отражали эффективность каких-либо реальных объектов. Если f_1 и f_2 - такая пара, в которой f_1 «уверенно лучше», чем f_2 , то это накладывает следующее ограничение на множество S :

$$(10) \quad S \subset \{s\} : F_s(f_1) \leq F_s(f_2) \quad \forall s \in S.$$

Соответственно, предлагаемый нами метод уверенных суждений (МУС) ЛПР применительно к задаче многокритериального принятия решений, сформулированной в начале раздела 1, состоит из следующих четырех этапов.

Этап 1. Строится профиль неопределенности решаемой задачи. Он показывает для каждого варианта решения $y \in Y$ диапазон изменения значений комплексного критерия эффективности на данном решении при всевозможных способах учета неопределенности. Профиль неопределенности задается парой определенных на Y функций:

$$(11) \quad \text{минорантой } m(y) = \min_{s \in S} F(f(y)) \text{ и мажорантой } M(y) = \max_{s \in S} F(f(y)).$$

Заметим, что при этом могут быть выявлены заведомо нерациональные решения $z \in Y$, для которых существуют такие решения $\bar{z} \in Y$, которые лучше их по комплексному критерию при любых возможных способах неопределенности. Условие выявления таких решений z имеет вид:

$$(12) \quad \exists \bar{z} \in Y : M(\bar{z}) < m(z).$$

Основное назначение профиля неопределенности – дать ЛПР представление о степени влияния неопределенности на принятие решений в данной задаче. По мере добавления им «уверенных суждений» он сможет судить, насколько они уменьшают неопределенность.

Этап 2. По возможности сужается множество неопределенностей за счет учета в нем уверенных суждений ЛПР. При уверенных суждениях первого типа из множества S исключаются не соответствующие этим суждениям способы учета неопределенности. При уверенных суждениях второго типа к описанию множества S добавляются условия (11), исключая те способы учета неопределенности, для которых не выполняются эти суждения.

В результате первых двух этапов исходное множество неопределенностей может сузиться, что отразится на профиле неопределенности решаемой задачи, однако вряд ли в нем останется лишь один элемент, или из множества вариантов решений по условию (12) будут исключены все варианты, кроме одного. Таким образом, неопределенность в задаче сохранится. Это и будет **неустраняемая** неопределенность. Все образующие ее способы учета неопределенности полностью равноправны для ЛПР, поскольку свои возможности внести дополнительное содержание в описание задачи он уже внес утверждениями первого и второго типа. Не исключено, что могут быть найдены и другие типы уверенных суждений ЛПР, но они не изменят картину принципиально: все равно и после их использования неустраняемая неопределенность в задаче останется.

Этап 3. Рассчитываются жесткий и мягкий рейтинги вариантов решений с учетом неустраняемой неопределенности. Чтобы не вводить ненужный для понимания (и практического применения) сложный математический аппарат, будем считать, что множество S содержит конечное число способов учета неопределенности $S = \{s_k\}_{k=1, \dots, k}$.

Тогда **жесткий рейтинг** $RG(y)$ решения $y \in Y$ есть доля способов учета неопределенности, при которых это решение является наилучшим по сравнению с остальными решениями:

$$(13) \quad RG(y) = \frac{\sum_{k=1}^K 1}{K}, \quad y \in Y.$$

(В случае, если при каком-то способе учета неопределенности лучшими оказываются несколько (например, p) решений, в жестком рейтинге каждого из них в сумме в числителе добавляется не 1, а $1/p$).

Мягкий рейтинг $RM(y)$ решения $y \in Y$ отражает среднюю сравнительную эффективность этого решения y по сравнению с решениями, оказавшимися наилучшими при различных способах учета неопределенности:

$$(14) \quad RM = \frac{\sum_{k=1}^K \frac{F_{s_k}(f(y))}{\max_{y \in Y} F_{s_k}(f(y))}}{K}.$$

Этап 4. ЛПР признает, что возможности дальнейшего уменьшения неопределенности за счет его «уверенных суждений» исчерпаны. Окончательно, в качестве «наиболее рационального» решения им выбирается решение с наилучшим (наименьшим) жестким рейтингом. Если таких решений несколько, в качестве наиболее рационального выбирается то из них, которое имеет наилучший (наименьший) мягкий рейтинг.

8 Пример

Подробно рассмотрим решение методом уверенных суждений ЛПР на простом примере выбора из ряда претендентов на занятие должности в научной организации. Рассматриваются 11 претендентов, оцениваемых по двум частным критериям. Критерий 1 – число публикаций в реферируемых международных изданиях, критерий 2 – ученая степень (без степени, кандидат наук, доктор наук). Критерий 1 является количественным, желательно его наибольшее значение, а критерий 2 – качественный, измеряется в трехуровневой порядковой шкале. После нормировки и приведения критерия 1 к направлению на минимум исходные данные имеют вид, представленный в таблице 3.

Вначале для того, чтобы сделать изложение более понятным, зададимся структурой функций, рассчитывающих значение комплексного критерия в зависимости от значений частных критериев, в виде линейной свертки (в разделе 9 мы откажемся от этого допущения).

Тогда $F = \alpha f^1 + (1 - \alpha)f^2$ и неопределенность в сопоставлении частных критериев отражается в неопределенности значений коэффициента α : известно лишь, что его значение находится в пределах от нуля до единицы.

Другой вид неопределенности в задаче связан с порядковым характером шкалы, в которой измеряется наличие ученой степени. Можно обозначить через $\beta^1, \beta^2, \beta^3$ числовые эквиваленты уровней д.т.н., к.т.н. и «без степени» соответственно, однако чему конкретно эти эквиваленты равны – неизвестно. Можно лишь записать, что $0 \leq \beta^1 \leq \beta^2 \leq \beta^3 \leq 1$.

Таким образом, в задаче комплексный критерий принимает для варианта i следующий вид:

$$F_i = \alpha f_i^1 + (1 - \alpha)f_i^2$$

при множестве способов учета неопределенности S , состоящем из множества векторов $(\alpha, \beta^1, \beta^2, \beta^3)$, удовлетворяющих ограничениям:

$$(15) \quad 0 \leq \alpha \leq 1,$$

$$(16) \quad 0 \leq \beta^1 \leq \beta^2 \leq \beta^3 \leq 1.$$

Таблица 3 – Нормированные исходные данные в примере

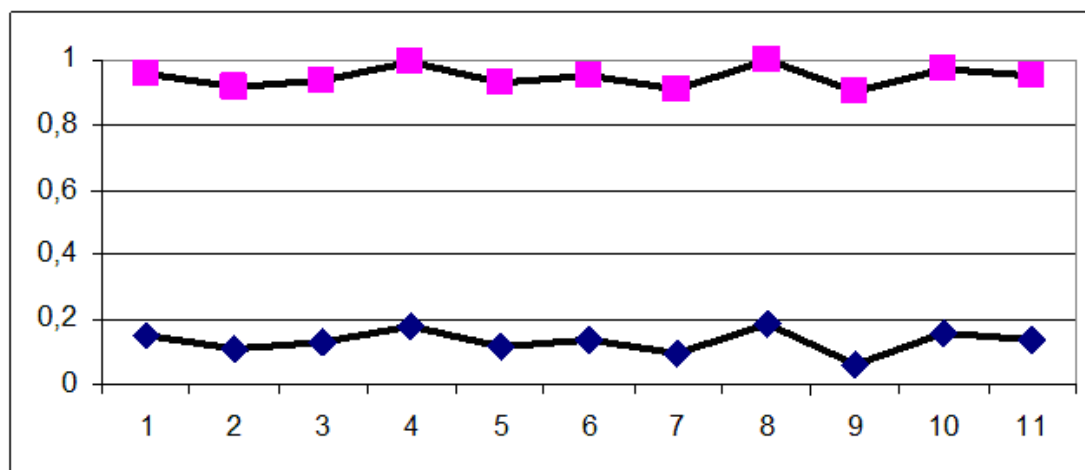
№ варианта решения	Нормированное отставание в публикациях в сравнении с максимумом публикаций	Наличие ученой степени	Числовой эквивалент наличия ученой степени
i	f_i		φ_i
1	0,6	к.т.н.	β^2
2	0,2	к.т.н.	β^2
3	0,4	д.т.н.	β^1
4	0,9	без степени	β^3
5	0,3	д.т.н.	β^1
6	0,5	без степени	β^3
7	0,1	к.т.н.	β^2
8	1,0	д.т.н.	β^1
9	0,0	к.т.н.	β^2
10	0,7	без степени	β^3
11	0,5	д.т.н.	β^1
«Весовой коэффициент»	α		$1-\alpha$

Перейдем к решению этой задачи методом МУС. Дискретизируем множество S , перебирая значения параметров $(\alpha, \beta^1, \beta^2, \beta^3)$, с шагом 0,1. Таким образом, множество способов учета неопределенности состоит из 2200 элементов. Профиль задачи показан на рисунке 6, а результаты расчета рейтингов вариантов решения – в таблице 4 и на рисунке 6.

Видно, что наиболее рациональным вариантом решения является вариант 9, на который приходится 68% способов учета неопределенности, при которых он оказывается наилучшим. Это кандидат наук с максимальным числом публикаций. Вдвое «отстает» от него доктор наук, имеющий на 30% публикаций меньше (вариант 5). Остальные претенденты не имеют ни одного способа учета неопределенности, при котором могли бы считаться лучшим выбором (это естественно, т.к. они неэффективны по Парето).

Интересно взглянуть на мягкий рейтинг вариантов решения (рисунок 7). Видно, что он достаточно низок (напомним, чем меньше, тем лучше) у вариантов 9 и 5, но и Парето-неэффективные варианты решения также имеют мягкий рейтинг меньше 1, причем для варианта 7 он даже меньше, чем для варианта 5.

Это решение получено ЛПР-ом без дополнительных его суждений о предпочтениях в задаче. Допустим, что он считает нужным высказать суждение, что наличие ученой степени важнее числа публикаций. Это его принципиальное право, но еще раз подчеркнем, что оно никак не навязано методом МУС. В этом случае число способов учета неопределенности уменьшается за счет условия $0 \leq \alpha \leq 1-\alpha$, т.е. $0 \leq \alpha \leq 0,5$, заменяющего (11), до 880, или в 2,5 раза. При этом профиль задачи практически не изменился, а вот рейтинги существенно изменились (таблица 5).



□ - мажоранта; ◇ – миноранта

Рисунок 6 – Профиль задачи в примере без дополнительных уверенных суждений ЛПР

Таблица 4 – Принятие решений в примере без дополнительных уверенных суждений ЛПР

№ варианта решения	Жесткий рейтинг	Мягкий рейтинг	Нормированное отставание в публикациях в сравнении с максимумом публикаций	Наличие ученой степени
i	RG	RM	f_i	
1	0,00	0,67	0,6	к.т.н.
2	0,00	0,42	0,2	к.т.н.
3	0,00	0,43	0,4	д.т.н.
4	0,00	0,98	0,9	без степени
5	0,32	0,36	0,3	д.т.н.
6	0,00	0,73	0,5	без степени
7	0,00	0,36	0,1	к.т.н.
8	0,00	0,80	1,0	д.т.н.
9	0,68	0,30	0,0	к.т.н.
10	0,00	0,86	0,7	без степени
11	0,00	0,49	0,5	д.т.н.

Теперь наилучшим вариантом является вариант 5 (доктор наук, имеющий на 30% меньше публикаций, чем лидер по публикациям – кандидат наук).

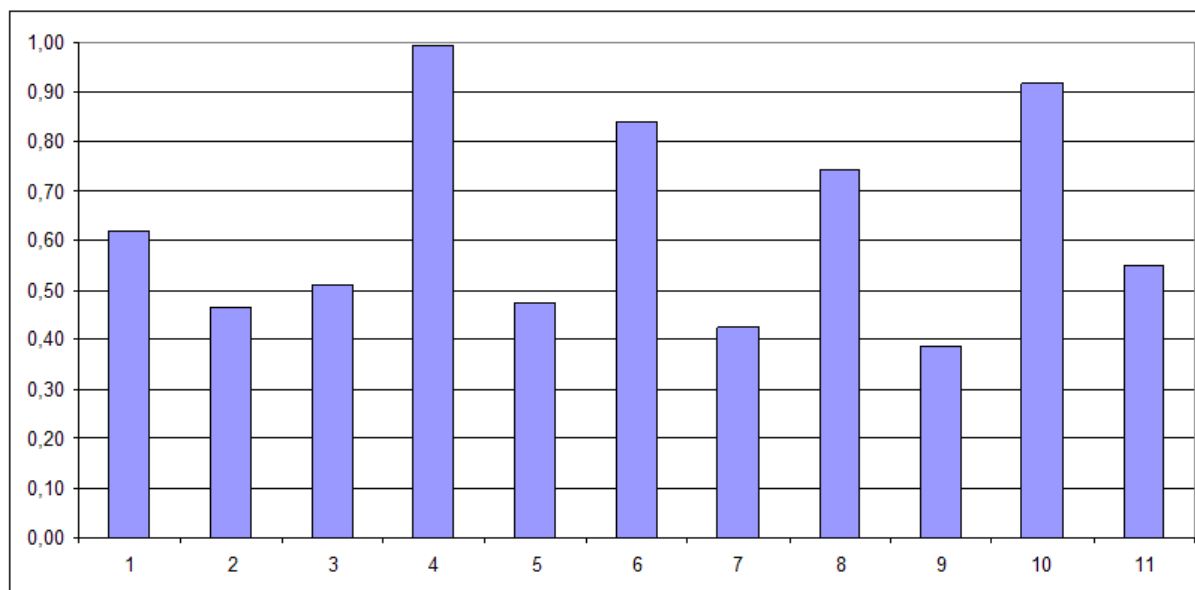


Рисунок 7 – Мягкий рейтинг в примере, без дополнительных уверенных суждений ЛПР

Таблица 5 – Принятие решений в примере при суждении, что наличие ученой степени важнее числа публикаций

№ варианта решения	Жесткий рейтинг	Мягкий рейтинг	Нормированное отставание в публикациях в сравнении с максимумом публикаций	Наличие ученой степени
i	RG	RM	f_i	
1	0,00	0,70	0,6	к.т.н.
2	0,00	0,57	0,2	к.т.н.
3	0,00	0,43	0,4	д.т.н.
4	0,00	1,00	0,9	без степени
5	0,65	0,40	0,3	д.т.н.
6	0,00	0,87	0,5	без степени
7	0,00	0,54	0,1	к.т.н.
8	0,00	0,62	1,0	д.т.н.
9	0,35	0,51	0,0	к.т.н.
10	0,00	0,93	0,7	без степени
11	0,00	0,46	0,5	д.т.н.

Предположим, что ЛПР, неудовлетворенный всё еще высокой степенью неопределенности в задаче (она характеризуется числом допустимых способов учета неопределенности), решил, что может уточнить свое понимание предпочтений еще одним уверенным суждением второго типа. А именно, что все же кандидат наук, имеющий на 10% меньше публикаций, чем лидер по публикациям, лучше доктора наук, отстающего от лидера на 40% по числу публикаций, т.е. вариант 7 лучше варианта 3. Это накладывает на допустимые способы учета неопределенности дополнительное условие $F(f(y_7)) < F(f(y_3)) \forall F(f)$. Соответственно

число допустимых способов учета неопределенности уменьшилось до 328, или еще в 2,7 раза и всего в 6,7 раз по сравнению с первоначальной постановкой. Наилучшим по-прежнему оказывается вариант 9 (кандидат наук – лидер по публикациям), имеющий жесткий рейтинг 95% (жесткий рейтинг в 5% - у варианта 5).

9 Параметризация универсального множества способов учета неопределенности

В разделе 8 для простоты изложения основной мысли мы воспользовались линейной сверткой для описания класса функций, представляющих в Примере различные способы учета неопределенности. В общем же случае, как указано в разделе 7, множество способов учета неопределенности задается множеством порождающих функций $G(t)$. Они позволяют по формулам (4), (5) вычислять значения комплексного критерия $F(X)$, определяющего комплексную эффективность на некотором множестве неопределенностей X через совокупность значений функции локальной эффективности $f(x)$, $x \in X$ на элементах этого множества.

Применим этот подход для описания множества способов учета неопределенности в задаче многокритериального принятия решений, поставленной в разделе 5. Поставим задачу следующим образом. Имеется множество неопределенностей X , включающее m независимых точек зрения на оценку эффективности каждого решения $y \in Y$. Каждой из них соответствует значение функции локальной эффективности $f^j, j = 1, \dots, m$. Введем в рассмотрение вектор

$$(17) \quad (\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^m), \quad \alpha^j \geq 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad \sum_{j=1}^m \alpha^j = 1,$$

компоненты которого отражают сравнительную важность различных точек зрения при комплексной оценке эффективности.

Тогда по формуле (8)

$$(18) \quad F = G^{-1} \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m G(\alpha^j f^j) \right).$$

Таким образом, неопределенность исходной задачи свелась к множественности допустимых порождающих функций. Опишем класс этих функций их кусочно-линейной аппроксимацией. Пусть $\{t^0, t^1, t^2, \dots, t^k\}$ – система равномерно распределенных точек на отрезке $[0, 1]$, таких что $t^0 = 0 < t^1 < t^2 < \dots < t^{k-1} < t^k = 1$, а

$$(19) \quad \{G^0 = 0 < G^1 < G^2 < \dots < G^{k-1} < G^k = 1\}$$

- это совокупность значений некоторой порождающей функции в этих точках. Тогда, используя линейную интерполяцию на отрезках $[t^r, t^{r+1}]$, $r = 0, \dots, k-1$, получим следующее выражение для любой порождающей функции:

$$(20) \quad G(t) = G^r + \frac{G^{r+1} - G^r}{t^{r+1} - t^r} (t - t^r),$$

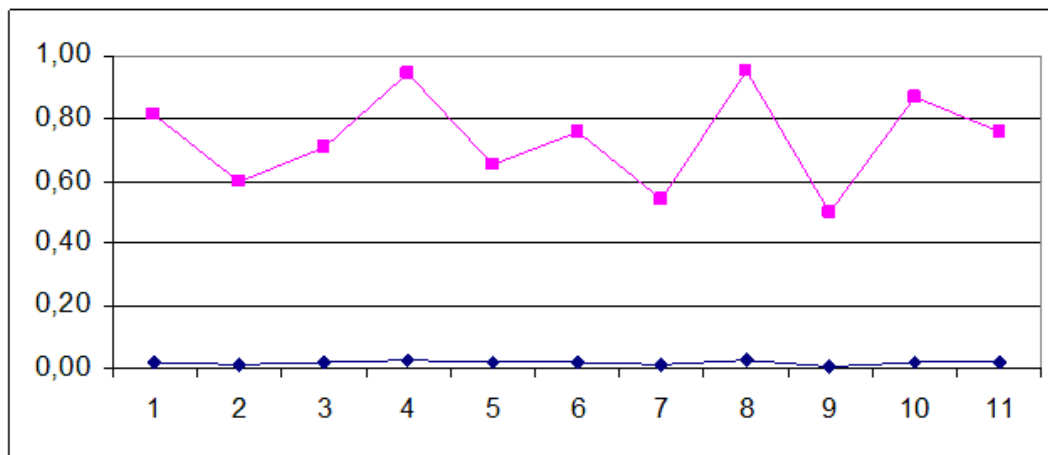
где r определяется условием $t^r \leq t \leq t^{r+1}$, $r = 0, \dots, k-1$.

Аналогичное выражение имеет место и для обратной функции:

$$(21) \quad G^{-1}(q) = t^p + \frac{t^{p+1} - t^p}{G^{p+1} - G^p} (q - G^p),$$

где p определяется условием $G^p \leq q \leq G^{p+1}$, $p = 0, \dots, k-1$.

Таким образом, комплексный критерий определяется формулами (18), (20), (21), в которых присутствует множество способов учета неопределенности, описываемое условиями (19). Перебирая значения параметров (17), (19), мы можем осуществить полный перебор способов учета неопределенности и применить метод условных суждений ЛПР, описанный в разделе 7.



□ - мажоранта; ◇ - миноранта

Рисунок 8 – Профиль задачи в примере с двумя уверенными суждениями ЛПР

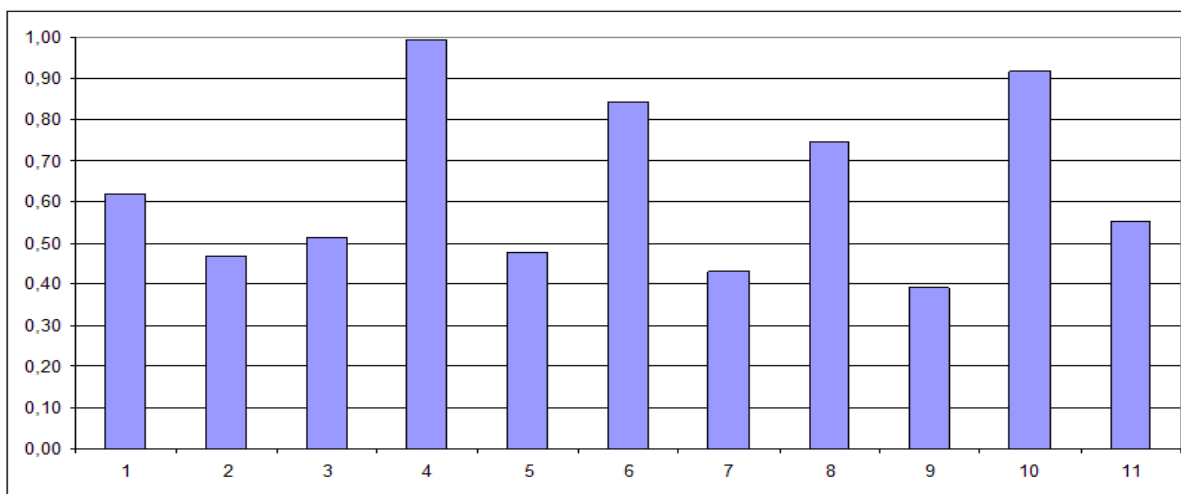


Рисунок 9 – Мягкий рейтинг в примере с двумя уверенными суждениями ЛПР

Этим методом был решен приведенный выше пример при прежних исходных данных и уверенных суждениях ЛПР, но уже без гипотезы об использовании линейной свертки. При аппроксимации порождающей функции область ее определения - отрезок $[0, 1]$ – был разбит на три равных участка ($k = 3$), а значения порождающей функции перебирались с шагом 0,1. В результате допустимыми оказались 15549 способов учета неопределенности. Наиболее рациональным решением по-прежнему стал вариант 9 (кандидат наук) с жестким рейтингом 99% (у варианта 5 жесткий рейтинг равен 1%). Профиль неопределенности задачи и мягкий рейтинг показаны на рисунках 8, 9.

10 Обобщенная постановка задачи

Из разделов 8, 9 ясно, что метод МУС применим для решения более общей задачи, чем та, с которой в разделе 5 мы начали изложение. В более общей постановке задача принятия решений характеризуется тем, что:

- частные критерии $f^j, j = 1, \dots, m$. могут зависеть не только от вариантов решений $y \in Y$, но и от некоторых неопределенных факторов ξ , принимающих значения из некоторого множества неопределенностей X_ξ ;
- в число частных критериев могут входить как количественные, так и качественные, измеряемые в порядковых шкалах;
- ЛПР имеет возможность относить частные критерии к различным группам важности и указывать пары реальных или условных вариантов решений, в которых он считает, что один из вариантов по совокупности значений частных критериев лучше другого.

Предлагаемый метод позволяет в рамках такой задачи выбрать наиболее рациональное решение, не вводя никаких дополнительных гипотез и не требуя никакой дополнительной информации. Для этого формируется общее множество способов учета неопределенности, на основе которого для каждого варианта решения рассчитываются его жесткий и мягкий рейтинги.

На практике такой метод можно реализовать, лишь если общее множество способов учета неопределенности будет содержать конечное число элементов, а для их перебора будет использована вычислительная техника. Оценим вычислительную сложность метода в этом случае.

Пусть

N_ξ - количество элементов множества неопределенных факторов X_ξ ;

m - количество частных критериев;

q - количество частных критериев, измеряемых в качественных (порядковых) шкалах ($q \leq m$);

N_u - количество уровней порядковых шкал частных критериев (примем для простоты для всех критериев одинаковым);

h_u - шаг перебора возможных количественных эквивалентов значений качественных критериев (примем для всех критериев одинаковым);

N_G - количество равных интервалов, на которые разбивается область определения порождающей функции – отрезок $[0,1]$;

h_G - шаг перебора возможных значений порождающей функции в точках разбиения ее области определения;

N_α - количество групп важности критериев, используемое ЛПР;

h_α - шаг перебора возможных значений коэффициентов важности частных критериев при использовании ЛПР нескольких групп важности критериев.

Примем для примера количество используемых ЛПР групп важности равным трем («наиболее важные» - «важные» - «менее важные»). Количество уровней в используемых порядковых шкалах качественных критериев примем для примера равным четырем («нулевой» - «низкий» - «средний» - «высокий»). Рассчитаем число переборов P_3 и P_4 соответственно в следующих циклах 1-3 и 1-4:

1. For i=1 to N
2. For j=i+1 to N-1
3. For k=j+1 to N-2

4. For $l=k+1$ to $N-3$

При этом используем известные соотношения [7]

$$(22) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n i = \frac{1+n}{2}n, \\ \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{n(1+n)(2n+1)}{6}, \\ \sum_{i=1}^n i^3 = \frac{n^2(1+n)^2}{4} \end{array} \right\}$$

$$(23) \quad \left\{ \begin{array}{l} P_3(N) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^{N-1} \sum_{k=j+1}^{N-2} k = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^{N-1} (N-1+j)(N-2-j) = \\ = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^{N-1} (N^2 - 3N + 2 - j - j^2) = \\ = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=i+1}^{N-1} (N^2 - 3N + 2) - \sum_{j=i+1}^{N-1} j - \sum_{j=i+1}^{N-1} j^2 \right). \end{array} \right\}$$

Раскрывая далее суммы в выражении (23), мы увидим, что $P_3(N)$ является полиномом 4-й степени относительно N . Можно легко определить коэффициенты этого полинома для $N \geq 3$ методом неопределенных коэффициентов:

$$(24) \quad P_3(N) = 3 - \frac{25}{4}N + \frac{35}{8}N^2 - \frac{5}{4}N^3 + \frac{1}{8}N^4.$$

Аналогично

$$(25) \quad P_4(N) = 5,112 - 27,776N + 4,868N^2 - 0,4N^3 + 0,026N^4.$$

Обозначим через $[a]$ целую часть числа a . Тогда число вариантов перебора возможных значений количественных значений качественных критериев равно $P_4([1/h_u])$. Число вариантов перебора значений весовых коэффициентов критериев равно $P_3([1/h_\alpha])$. Число вариантов перебора значений порождающей функции равно $P_{N_G-1}([1/h_G])$.

Таким образом, общее количество переборов без учета возможного влияния неопределенных факторов на значения частных критериев (при $N_\xi = 1$), равно $P_4([1/h_u]) \cdot P_3([1/h_\alpha]) \cdot P_{N_G-1}([1/h_G])$. Если принять $h_u = h_\alpha = h_G = 0,1$, $N_G = 5$, что вполне достаточно для практических целей, то число переборов равно $224 \cdot 378 \cdot 224 = 18\,966\,528$, т.е. около 20 миллионов. Сложность расчетов при отдельном способе учета неопределенности примерно соответствует $(m+5)$ операций умножения/деления (примерно 20 тактов). Современный персональный компьютер с тактовой частотой 4 ГГц может осуществить 20 миллионов операций умножения примерно за 0,1 сек. Таким образом, с комфортным временем отклика 3 с метод МУС может обеспечить решение задач с 20-25 критериями, что более чем достаточно для практических нужд. При необходимости учета неопределенных факторов, влияющих непосредственно на значения частных критериев, время расчета будет возрастать пропорционально числу возможных значений этих факторов N_ξ . Следует заметить, что есть целый ряд возможностей существенного уменьшения времени счета, например, переходом от полного перебора к зондированию множества способов учета неопределенности методом Монте-Карло, структуризацией общей задачи принятия решений на ряд связанных задач и др.

Заключение

Любая сколь-нибудь серьезная задача принятия решений в технике, экономике, социальной сфере содержит неопределенности, вызванные необходимостью учета множества частных критериев рациональности решения, неизбежной «размытостью» исходных данных, используемых шкал измерения. Предлагаемые понятия и связанные с ними методы позволяют ЛПР уменьшить неопределенность в решаемой задаче, используя лишь естественные для него соображения и суждения (относя частные критерии к различным группам важности, указывая несколько условных сравнимых альтернатив). Поэтому они могут быть помещены на верхнем уровне иерархии понятий в онтологии оптимизации.

Автор благодарит В.В. Малышева за многократные полезные обсуждения, способствовавшие появлению данной работы.

Список источников

- [1] *Ларичев, О.И.* Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. - М.: Логос, 2000. - 295 с.
- [2] *Ларичев, О.И.* Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев. - М.: Наука, 2006 - 181 с.
- [3] *Малышев, В.В.* Метод принятия решений в условиях многообразия способов учета неопределенности / В.В. Малышев, Б.С. Пиявский, С.А. Пиявский // Известия РАН. Теория и системы управления. - 2010. - №1. - С. 46-61.
- [4] *Пиявский, С.А.* Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов / С.А. Пиявский, В.С. Брусов, Е.А. Хвилон. - М.: «Машиностроение», 1974. - 106 с.
- [5] *Смирнов, О.Л.* САПР: формирование и функционирование проектных модулей / О.Л. Смирнов, С.А. Падалко, С.А. Пиявский. - М.: Машиностроение, 1987. - 272 с.
- [6] *Пиявский, С.А.* Методы оптимизации и принятия решений / С.А. Пиявский. - Самара: СГАСУ, 2004.
- [7] Инженерный справочник. Таблицы DPVA.info [Электронный ресурс www.dpva.info].

Сведения об авторе



Пиявский Семен Авраамович. Окончил факультет летательных аппаратов Куйбышевского авиационного института в 1964 году, аспирантуру при кафедре динамики полета Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе в 1967 году. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и вычислительной техники Самарского государственного архитектурно-строительного университета. Почетный работник высшей школы РФ, академик Академии наук о Земле и Академии нелинейных наук. Опубликовал более 350 научных работ в области системного анализа, методов оптимизации и принятия решений, математического моделирования, образовательных систем и технологий.

Semen Avraamovich Piyavsky. Graduated from aircraft Kuibyshev Aviation Institute in 1964 and the graduate school at the Flight Dynamics Department at the Moscow Aviation Institute Ordzhonikidze in 1967. Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Mathematics and Computer Science at Samara State University of Architecture and Civil Engineering. Honored Worker of Higher School of Russia, Academician of the Academy of Earth Sciences and Academy of Nonlinear Sciences. He has published over 350 scientific papers in field of system analysis, optimization techniques and decision-making, mathematical modeling, education systems and technologies.

УДК 50.03.05

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАЗРЕШЕНИЯ КОРПОРАТИВНОГО КОНФЛИКТА ИНТЕРЕСОВ АКЦИОНЕРОВ И МЕНЕДЖМЕНТА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КОРПОРАЦИИ В ПАРТНЕРСТВО НА ОТНОШЕНИЯХ АРЕНДЫ

А.Я. Белобоков¹, Б.Я. Лихтциндер²

¹ООО «Бенефит», г. Екатеринбург

²Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара
lix@samtel.ru

Аннотация

В статье рассматривается, с позиции механизмов его разрешения, хорошо известный корпоративный конфликт интересов между акционерами и менеджментом в современной корпорации. Авторская концепция состоит в том, что этот конфликт интересов является конфликтом существующих в рамках одного юридического лица собственника средств производства и хозяйствующего субъекта, непосредственно применяющего эти средства производства, по вопросу распределения между ними дохода от используемого имущества. Соответственно, предлагается оба указанных субъекта корпоративных отношений преобразовать в два равноправных неаффилированных юридических лица, связанных отношениями долгосрочной прогнозируемой аренды («Партнерство»). Дается описание правил взаимодействия между владельцем имущества и арендатором, оперирующим с этим имуществом в целях получения дохода на рынке товаров/услуг конечному потребителю. Предлагается функциональная модель компании-арендатора и правила взаимодействия субъектов отношений в компании-арендаторе, исходя из допустимости владения компанией-арендатором ее сотрудниками в условиях инновационно-инвестиционного партнерства с владельцем имущества. Делается предположение о целесообразности применения теории интересубъективного управления к построению модели самоуправляемой компании-арендатора.

Ключевые слова: структура управления, интересубъективность, корпорация, партнерство, солидаризация, самоуправление, оператор бизнеса, менеджмент, инвестор, аренда.

Введение

В настоящее время основной формой «производственной» организации социального пространства является корпорация [1].

Для современной корпорации, адаптированной к существованию в остро конкурентной среде, характерны:

- распределенная собственность и публичность (ОАО, наличие котировок на фондовом рынке);
- разделение владения и управления (общее собрание и совет директоров не могут напрямую вмешиваться в операционную деятельность);
- наличие системы корпоративного управления (контроль акционеров над менеджментом);
- распределенное управление (принятие управленческих решений разделено между единоличным и/или коллегиальным исполнительным органом и структурными подразделениями корпорации);
- разделение стратегического и операционного управления (в терминах развития корпорации и оптимизации производственно-сбытового процесса соответственно);
- иерархическая организация управления (от централизованной директивной до слабо централизованной дивизионной);

- социальность (создание рабочих мест, налогов, рост акционерной стоимости).

К этому следует добавить рефлекслируемые в процессах корпоративного развития и корпоративного управления изменения, связанные с развитием «информационного общества» и «общества знаний» [2-4], а именно:

- изменение в обществе соотношения между работниками умственного, информационного труда и производственными рабочими в пользу работников умственного труда;
- трендовый рост различия в доходах между этими категориями работников в пользу первой категории;
- потенциальная готовность работника за период своей трудовой деятельности сменить до десяти мест работы и трех-пяти профессий;
- возрастание роли самореализации работника в качестве мотивации к труду при сохранении материального стимула и, соответственно, внутренняя готовность к самоорганизации труда и самоуправлению.

Основными участниками корпоративных отношений («принципалом» и «агентом» соответственно) являются:

- 1) акционеры-владельцы, принявшие на себя инновационные риски, вложившие средства в компанию и обладающие правами собственности, включая право на получение дохода и право контроля, т.е. возможность принимать решения, определяющие деятельность компании;
- 2) наемные менеджеры, которые в корпорациях с распределенной собственностью получили высокую свободу действий и остаточное (реализуемое в непредвиденных обстоятельствах) право распоряжения средствами, принадлежащими владельцам.

Нами сознательно не рассматривается здесь весь спектр заинтересованных лиц, связанных с корпорацией, помимо ее акционеров и менеджмента: кредиторы, персонал, поставщики, покупатели, местное население, органы власти и местного самоуправления и т.п., - то есть сообщество заинтересованных лиц, обобщенно называемых *stakeholder* [5], так как их интересы в предлагаемых ниже преобразованиях не изменяются и не подвергаются дополнительным рискам.

Конфликт интересов между акционерами и наемным менеджментом рефлекслируется в различных ответах сторон на два основных вопроса [6, 7]:

- 1) справедливы ли претензии акционеров – владельцев, которые не принимают повседневного участия в деятельности корпорации, не несут реальной ответственности за ее работу и тем самым по существу являются инвесторами – на всю прибыль корпорации;
- 2) если акционеры не могут сами управлять, то почему менеджеры, не являясь собственниками, должны заботиться о максимизации прибыли и росте акционерной стоимости больше, чем о своей власти, максимальном вознаграждении за свой труд и о дополнительной частной выгоде, не предусмотренной контрактом (примерами частных выгод являются личный успех, моральное удовлетворение от реализации крупных проектов; личная репутация менеджера, перспективы карьеры; привилегии - роскошный офис, автомобиль, самолет, членство в клубах и т.п.; патронаж - назначение на ключевые позиции друзей и родственников; наконец, прямой вывод активов из компании).

Указанный конфликт интересов между акционерами и менеджерами традиционно (в первую очередь в корпоративной практике США, где распространено распределенное владение) разрешается в интересах собственника (исходя из логики их наименьшей защищенности контрактом, так как они получают все выплаты последними, после того, как исполнены все контракты корпорации) путем создания и совершенствования механизмов корпоративного управления. Эти механизмы предназначены для снижения возможностей получения частных выгод менеджерами в условиях, когда информация для принятия решений в корпорации в

большей степени доступна менеджерам, чем владельцам (внутрикорпоративный инсайд). Соответственно, основным инструментом собственника является внешний и внутренний мониторинг деятельности корпорации. К внешнему относят фондовый рынок, рынок корпоративного контроля (угроза исхода действующих акционеров), рынок топ-менеджеров, конкуренцию на товарных рынках, угрозу банкротства (переход управления от акционеров к кредиторам). К внутреннему - совет директоров с независимыми директорами, аудит, раскрытие информации, анализ компенсационных схем и неявных стимулов для топ-менеджеров. Практикуется также законодательный контроль над доходами менеджмента (практика США), а также расширенный контроль со стороны заинтересованных лиц корпорации (практика Германии).

1 Иная форма построения корпорации: паритетное партнерство на отношениях аренды

Авторская концептуальная модель состоит в том, что обозначенный выше конфликт интересов акционеров и менеджмента может рассматриваться как конфликт (существующих в рамках одного юридического лица) собственника основных средств производства (ОСП) и хозяйствующего субъекта, непосредственно применяющего эти средства производства, по вопросу пропорции распределения и присвоения дохода от использования соответствующего имущества. С этой точки зрения, конфликт акционера и менеджера может быть приведен к формализуемому в контрактной форме взаимодействию между владельцем имущества и арендатором имущества, по следующей схеме.

Первое. Корпорация разделяется на два равноправных, неаффилированных юридических лица, взаимодействующих на основе договора аренды ОСП, первое из которых реализует инновационно-инвестиционное развитие и владение имущественным комплексом, а второе - непосредственно применяет этот имущественный комплекс для получения бизнес-операторского дохода на рынке товаров и услуг для конечного потребителя. При этом владелец ОСП уступает бизнес-операторский доход арендатору, получая гарантированный доход на собственность, а также, в рамках договора аренды, может претендовать на часть бизнес-операторского дохода.

Соответственно, отношения между владельцем имущества и арендатором есть отношения долгосрочной, прогнозируемой аренды с увеличением арендного поля за счет взаимовыязанной инновационно-инвестиционной деятельности сторон.

Отметим, что на практике хорошо известны примеры такого равноправного сотрудничества (например, инвестор в гостиничный комплекс и брэнд-оператор гостиничного комплекса). В принципе, такие партнерские отношения возникают в случае, когда инвестор не имеет намерения управлять операционной частью бизнеса в пользу получения гарантированного дохода от долгосрочной аренды.

Мотивацией акционера корпорации к указанному преобразованию может стать также получение им контрактной защиты своих доходов, тогда как в качестве акционера доходы он получает последним, после исполнения всех контрактов корпорации.

Второе. Компания, осуществляющая инновационно-инвестиционную деятельность, сохраняет все признаки корпорации, в том числе публичность. Вместе с тем, компания-арендатор, в силу ее построения, не требует привлечения внешнего капитала, так как все необходимые средства производства, по мере развития бизнеса, получает в «одном окне» от компании-инвестора. Соответственно, компания-арендатор не публична и не заинтересована явным образом в росте своей рыночной стоимости.

Оба этих фактора (отсутствие необходимости в привлечении капитала иначе, чем через взаимодействие с арендодателем, и отсутствие интереса в росте рыночной стоимости) снимает общепринятые возражения против сосредоточения прав собственности на компанию в руках ее работников, которые в указанных условиях могут позволить направлять прибыль на рост своего благосостояния вместо ее инвестирования в основной капитал.

Одновременно, работники могут успешно осуществлять мониторинг деятельности менеджмента, поскольку являются заинтересованными лицами и внутренними инсайдерами, и могут административно контролировать менеджмент, что является их общим интересом при всей неоднородности работников и различия их личных интересов.

Таким образом, вторым шагом преобразований, в интересах коллективного контроля за менеджментом и стимулирования самореализации работников, является построение компании-арендатора как непубличного юридического лица, не оперирующего на рынке привлечения капитала, и с собственниками в лице его работников. Отметим, что, несмотря на владение долей, работник остается в сфере действия трудового законодательства, что позволяет менеджменту оптимизировать численность работников.

В дальнейшем изложении компанию-владельца ОСП будем называть «Инвестор», компанию-арендатора, использующую имущество «Инвестора» для получения дохода на рынке товаров/услуг для конечного пользователя - «Оператор бизнеса», а их совместную деятельность, зафиксированную в первую очередь договором аренды, - «Партнерство».

Для лучшего понимания нашей модели, сделаем несколько необходимых замечаний.

Во-первых, все вышесказанное в отношении способности работников быть собственниками возможно при условии, что персонал Оператора бизнеса ни в какой мере не является сообществом, тип которого в [8] определен как «воинственные», и основными свойствами членов такого сообщества являются вера в авторитет, готовность быть направляемыми другими, низкая инициативность, уверенность в праве вышестоящего вмешательства в любые процессы, неспособность понимать какие-либо социальные процессы как результат саморегулирующихся порядков. В последнем случае владельцем Оператора бизнеса может быть его топ-менеджмент и директора его дивизионально организованных центров производства, дохода и прибыли.

Когда и если персонал Оператора бизнеса предпочитает поиск «горизонтального консенсуса» «вертикальному принуждению», то правила построения и взаимодействия его субъектов отношений удобно по рекурсии описать в терминах теории интерсубъективного управления [9], которая в свою очередь определена на сообществах с четким разделением и осознанием общего и частных интересов [10], коммуникативной рациональности согласия и сотрудничества [11], лоурархии и консенсусе «никто не против» [12]. Основными понятиями теории являются понятия актора, ситуации, коммуникации акторов, самоорганизации, интерсубъективной системы. Соответственно, функциональная модель Оператора бизнеса может быть определена как сформированная под проблемную ситуацию «быть в рынке» лоурархическая интерсубъективная система, открытая и способная к развитию в ходе осознания и регулирования проблемной ситуации. Развитие реализуется путем изменения состава участников и корректировки их договоренностей, связанных с ценностными приоритетами, целевыми ориентирами и задачами, требующими решения.

Во-вторых, если рассматривать основную деятельность и мотивацию Инвестора и Оператора бизнеса с позиций сущностей, характеризующихся формой («быть») и содержанием («каким быть, чтобы быть наилучшим образом») [13], то можно отметить, что «сущность» собственника (Инвестора) существенно отличается от «сущности» менеджера (Оператора бизнеса) – см. таблицу 1.

Таблица 1 – Основная деятельность и мотивация Инвестора и Оператора бизнеса

Сущность	Форма («быть»)	Содержание («каким быть, чтобы быть наилучшим образом»)	Слоган/девиз
«Инвестор»	<ul style="list-style-type: none"> Наличие капитала (доступа к капиталу) Инновационность Защищенность интересов инвестора Навыки инвестирования (управление инвестициями/ капиталом) 	<ul style="list-style-type: none"> Устойчивый рост инвестиций и инноваций Высокая отдача на вложенный капитал Высокая прибыль инвестора Высокая адаптивность к рыночным условиям Стремление к доминированию в акционерном капитале 	Креативность, доминирование, самоутверждение, удача, успех
«Оператор бизнеса»	<ul style="list-style-type: none"> Доступ к инвестору Высокое качество товара/ услуг Навыки бизнес-администрирования Возможность платить аренду 	<ul style="list-style-type: none"> Конкурентоспособность у конечного потребителя Нацеленность на самоуправление Гибкость и скорость принятия решения Нацеленность на самореализацию и благосостояние персонала Возможность «общенародного владения» 	Справедливость, сотрудничество, удовлетворенность и благосостояние, самореализация

Функционально первая из сущностей – это создание и владение ОСП. Для нее «быть» - значит иметь и приумножать капитал, соответственно, уметь его инвестировать с прибылью, в том числе рисковать, финансируя инновации. Для этой сущности «каким быть» определяется остроконкурентной средой и принятым регламентом управления рисками, но в любом случае присутствует жесткая нацеленность на конечный результат за конкретный период времени, максимальная самореализация и самоутверждение и, соответственно, уместны слоганы типа «национальный чемпион», «быть лучше рынка».

Функционально вторая сущность – это организация и управление использованием имущественного комплекса для производства и предоставления товаров/услуг конечному потребителю. Для нее «быть» - значит иметь возможность с выгодой для себя заниматься производством и платить аренду за использование имущественного комплекса, соответственно, уметь организовать эксплуатацию, поставки, сбыт, сервис, владеть необходимыми инженерными навыками, уметь и быть организатором. Для этой сущности «каким быть» определяется требованиями конкуренции на рынке конечного потребителя, но в любом случае – нет обязанности «быть лучшим» любой ценой, достаточно быть «в рынке». Более того, у второй сущности есть возможность жить в режиме «мирного» времени, когда уместно во главу угла ставить вопросы благосостояния и самореализации персонала, и в том числе конкурировать за счет стимулирующего эффекта разницы между самоуправлением и директивным управлением бизнесом.

Таким образом, можно предположить, что моделируемое преобразование корпорации в Партнерство может быть началом тренда, связанного с необходимостью глубокой функциональной специализации субъектов корпоративных отношений.

Действительно, в зависимости от того, какая из сторон в Партнерстве является ведущей в части инновирования, стороны можно трактовать как высококлассных аутсорсеров друг для друга: либо Инвестор является аутсорсером части функционала Оператора бизнеса, связан-

ной с инвестиционной деятельностью и привлечением капитала, управлением заемными средствами, налоговым и страховым управлением имуществом, либо Оператор бизнеса является аутсорсером части функционала Инвестора, связанной с бизнес-операционным управлением имуществом для производства и продажи товаров/услуг на рынке конечного потребителя.

Отметим, что при построении Партнерства путем преобразования действующей корпорации, функция инновирования находится на стороне Инвестора, который «нанимает» Оператора бизнеса как аутсорсера для бизнес-операционного управления своим имуществом. При построении Партнерства с «нуля», функция инновирования может быть закреплена за любой из сторон, при этом аутсорсером будет другая сторона.

В-третьих, по нашему мнению, наиболее подходящим этапом корпоративного развития для преобразования корпорации в Партнерство является этап перехода корпорации к мультидивизиональной структуре, когда происходит выделение автономных центров генерации дохода и прибыли и управление децентрализуется путем разделения на стратегическое и операционное, с предоставлением центрам генерации доходов и прибыли оперативно-хозяйственной самостоятельности и одновременно ответственности за результат своей деятельности («рост через делегирование» [14], «внутреннее предпринимательство» [15], развитие мышления «малых фирм» [16]).

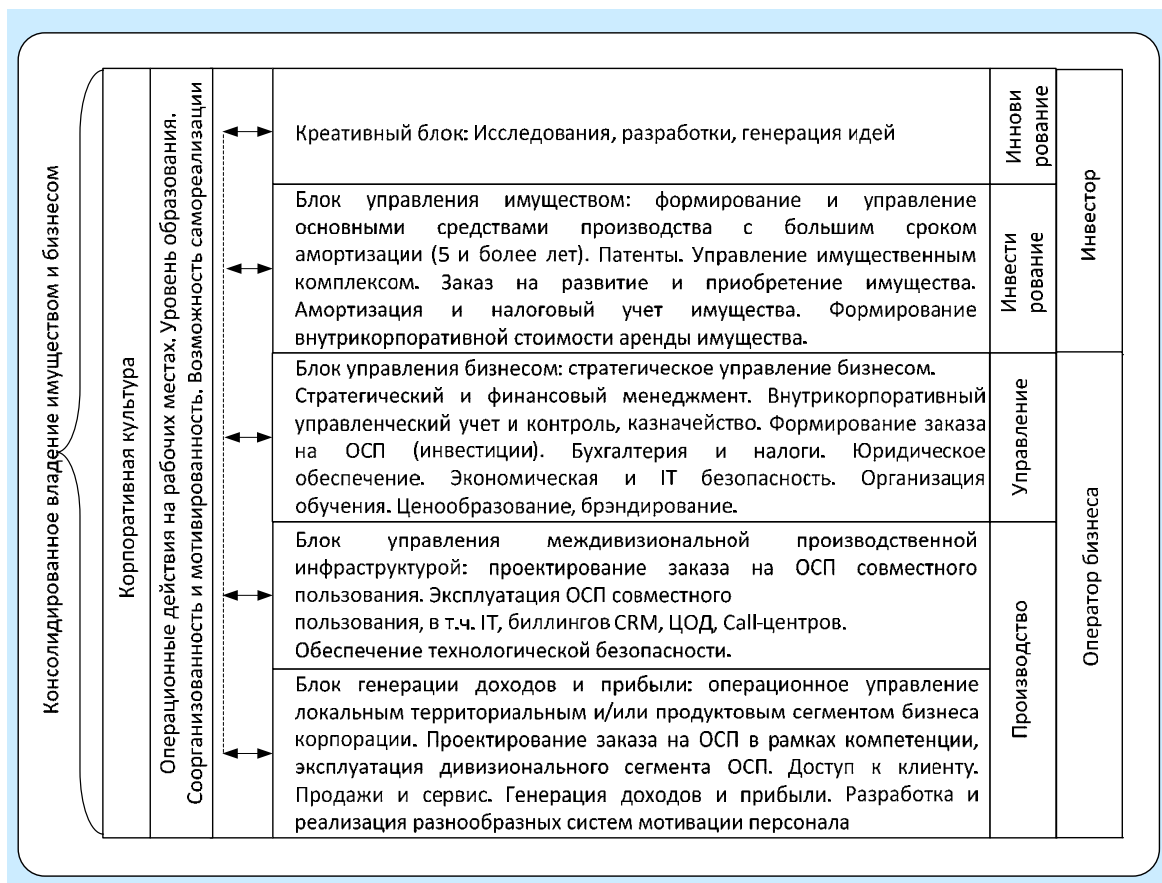


Рисунок 1 – Мультидивизиональная функциональная структура корпорации, адаптированная для преобразования корпорации в Партнерство

Дивизиональный подход является хорошим компромиссом между интересами всех субъектов корпоративных отношений, в существенной степени восстанавливая стимулы к твор-

честву и предпринимательству на производственном уровне корпорации (в том числе продуктовом), мотивируя к творчеству корпоративный центр, освобожденный от рутины оперативного управления, и, в конечном счете, создавая дополнительную прибыль за счет перехода к двухуровневой системе управления и быстрой реакции корпорации на изменения внешней среды и удовлетворенность клиентов.

Функциональная модель корпорации с мультидивизиональной структурой, представленная на рисунке 1, допускает удобное преобразование корпорации в структуру Партнерства (рисунок 2), будучи одновременно хорошо адаптированной ко второму шагу преобразования - пересборке Оператора бизнеса, исходя из собственников в лице его работников.



Рисунок 2 – Преобразование корпорации в Партнерство

Необходимо отметить, что «по построению» структура Партнерства допускает достаточно простое обратное преобразование к исходной «классической» корпоративной структуре.

Далее необходимо представить основные правила взаимодействия как между субъектами отношений внутри Партнерства, так и между субъектами отношений Оператора бизнеса, которые в итоге определяют организационную структуру и корпоративную культуру соответствующих типов юридических лиц. Правила взаимодействия между субъектами отношений внутри Инвестора в этом смысле не так актуальны в силу их преимущественного наследования из правил исходной корпорации.

2 Отношения внутри Партнерства: паритет и глубокая специализация

Основные правила взаимодействия между Инвестором и Оператором бизнеса представлены на рисунке 3:

- 1) Партнерство всегда является парой юридических лиц, связанных долгосрочным договором аренды и солидарно заинтересованных в качестве своих товаров и услуг и в удовлетворенности клиентов для успешности бизнеса Партнерства. За доходы и затраты на эксплуатацию ОСП отвечает Оператор бизнеса, а за оптимальную стоимость и необходимый объем инвестиций в развитие Оператора бизнеса, амортизацию и страхование имущества,

а также за налоги на имущество - Инвестор, при этом стороны разделяют между собой доходы в пропорции, определенной договором аренды.

Соответственно, экономическая эффективность Оператора бизнеса ограничена снизу величиной выплачиваемой Инвестору арендной платы, а затраты Инвестора ограничены сверху необходимостью отдать ОСП Оператору бизнеса за разумную арендную плату;

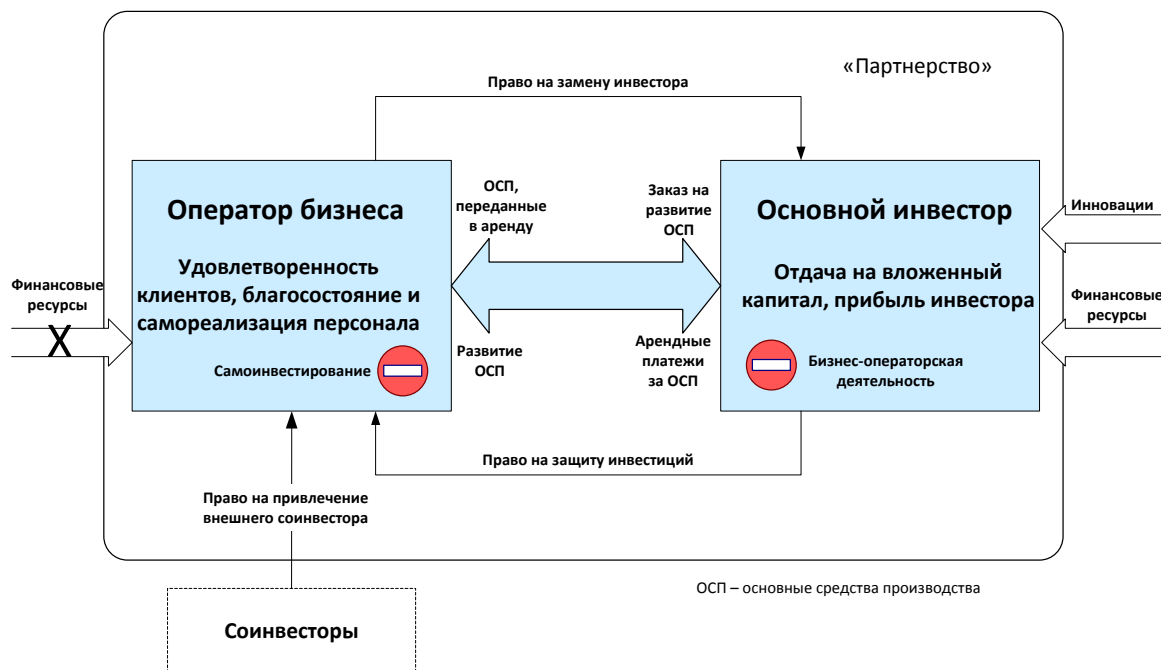


Рисунок 3 – Принципиальная схема Партнерства

- 2) размер и график выплаты арендной платы по конкретным ОСП оговаривается сторонами в процессе совместной подготовки к инвестированию в ходе бизнес-планирования. Формула арендной платы в сильной степени зависит от сроков амортизации и особенностей налогообложения ОСП и управления имуществом. Величина арендной платы за период времени является плавающей величиной и рассчитывается как сумма затрат Инвестора на инвестиционную деятельность в привязке к конкретному ОСП (амортизация с учетом её сроков, размер страховых выплат, налоги на имущество, проценты на используемые средства за период от начала инвестирования до начала коммерческой эксплуатации ОСП), а также учитывает график ввода ОСП в коммерческую эксплуатацию и график гашения заемных средств. В размер арендной платы также включается гарантированный доход Инвестора, в любом случае превышающий текущую ставку процента по депозитам первоклассных банков (например, в два раза) и рассчитываемый от первоначальной балансовой стоимости конкретного ОСП с учетом строительно-монтажных работ. Равным образом, сверх гарантированного дохода Инвестор может также получать процент от дохода Оператора бизнеса или от чистой прибыли Оператора бизнеса. Отметим, что Инвестор осуществляет свои текущие затраты (включая проценты по заемным средствам за период инвестирования) из своего гарантированного дохода. В случае полной амортизации конкретных ОСП, при условии дальнейшего использования этих ОСП, Инвестору должна выплачиваться арендная плата в объеме исходной величины гарантированного дохода Инвестора по данным ОСП;
- 3) участники Партнерства добровольно налагают на себя следующее ограничение: Инвестор не занимается «бизнес-операторской» деятельностью, Оператор бизнеса не привлекает из

внешней среды ресурсы для инвестирования в ОСП, а также не инвестирует в ОСП из своей прибыли, получая необходимые ОСП в их развитии от Инвестора. Соответственно, Инвестор берет на себя обязательство по обеспечению объема и качества инвестиций в ОСП для Оператора бизнеса;

- 4) Инвестор продолжает оставаться публичной (для целей привлечения капитала) компанией, тогда как Оператор бизнеса может быть непубличной компанией, действующей в интересах своих сотрудников, являющихся ее собственниками;
- 5) Инвестор и Оператор бизнеса взаимодействуют в процессе подготовки и корректировок договора аренды, при этом Оператор бизнеса и Инвестор формулируют друг другу свое видение развития ОСП («заказ на развитие ОСП», «развитие ОСП»). Обязанностью Инвестора при достижении договоренностей является передача ОСП в аренду Оператору бизнеса, обязанностью Оператора бизнеса - арендные платежи Инвестору;
- 6) оба участника Партнерства имеют право на защиту своих интересов, оговоренные в договоре аренды. Право на защиту инвестиций Инвестора вступает в силу, если Оператор бизнеса не выполняет обязательства по арендным платежам, стороны систематически не могут договориться по составу и стоимости ОСП и ставок аренды, а также - что менее формализуемо – когда Инвестор предполагает рост рисков снижения эффективности деятельности Оператора бизнеса. Право на защиту инвестиций реализуется как через замену Инвестором менеджмента Оператора бизнеса, так и через досрочное расторжение договора аренды с применением штрафных санкций. В любом случае, Оператор бизнеса на период действия договора аренды должен за свой счет и в интересах Инвестора сформировать страховой фонд (либо страховать соответствующий страховой случай) на покрытие возможных убытков Инвестора от досрочного расторжения договора аренды по вине Оператора бизнеса.

Равным образом, право Оператора бизнеса на замену Инвестора вступает в силу, когда Инвестор в силу тех или иных причин не может обеспечить развитие ОСП в качестве и объеме, требуемым Оператору бизнеса, либо стороны систематически не могут договориться по ставкам договора аренды, а также - что менее формализуемо – когда Оператор бизнеса предполагает рост риска отсутствия финансовых средств у Инвестора. Право на замену Инвестора реализуется через поэтапный выкуп Оператором бизнеса ОСП у Инвестора, с последующей продажей на баланс другому Инвестору, либо через поиск другого Инвестора, который приобретет права владения текущим Инвестором, либо через досрочное расторжение договора аренды с применением штрафных санкций.

В любом случае, Инвестор на период действия договора аренды должен за свой счет и в интересах Оператора бизнеса сформировать страховой фонд (либо страховать соответствующий страховой случай) на покрытие возможных убытков Оператора бизнеса от досрочного расторжения договора аренды по вине Инвестора.

Полная реализация Оператором бизнеса права на замену Инвестора является крайней мерой, способной в принципе обесценить солидарные достигнутые результаты Партнерства, поэтому целесообразен более «мягкий» и более реалистичный вариант: Оператор бизнеса привлекает для целей развития ОСП внешних соинвесторов с согласия основного Инвестора и на условиях, симметричных договору аренды с основным Инвестором Партнерства.

В любом случае, структура Партнерства и набор правил взаимодействия его участников должны быть направлены на достижение консенсуса и долгосрочное сотрудничество.

3 Отношения внутри Оператора бизнеса: иерархическая организация и самоуправление

Оператор бизнеса имеет целью удовлетворенность конечных потребителей и на этой основе – благосостояние и самореализацию своего персонала. Субъектами отношений в компании Оператор бизнеса выступают:

- 1) самоуправляемые блоки генерации доходов и прибыли (далее – центры прибыли, ЦП), функционал которых представлен на рисунке 1 в блоке генерации доходов и прибыли. В распоряжении ЦП находятся основные ресурсы Оператора бизнеса;
- 2) блок управления бизнесом (далее – корпоративный центр, КЦ), оказывающий центрам прибыли услуги по организации управления и учета, а также предоставляющий им рекомендации по ведению бизнеса (функционал блока представлен на рисунке 1 в блоке управления бизнесом). В рамках Партнерства КЦ имеет дополнительный функционал осуществления взаимодействия с Инвестором от имени Оператора бизнеса по условиям договора аренды, консолидированного заказа Инвестору на развитие ОСП, осуществление консолидированных арендных платежей;
- 3) блок управления междивизиональной производственной инфраструктурой (функционал представлен на рисунке 1 в блоке управления междивизиональной производственной инфраструктурой). Блок является производственным, не является самостоятельным источником доходов и прибыли, осуществляет эксплуатацию соответствующего оборудования и участвует в определении консолидированного заказа Оператора бизнеса на ОСП;
- 4) персонал Оператора бизнеса - основной субъект, в интересах которого осуществляется деятельность Оператора бизнеса, осуществляющий в силу «внутреннего инсайда» прямой или опосредованный контроль добросовестности менеджмента любого уровня, а также, в роли коллектива сотрудников соответствующего уровня, имеющий право переназначения менеджмента. Персонал в качестве конечного бенефициара имеет право на долю в прибыли и имуществе Оператора бизнеса.

Основные правила взаимодействия между субъектами отношений в Операторе бизнеса приведены на рисунке 4:

- 1) Оператор бизнеса является непубличным юридическим лицом, действующим исключительно в составе Партнерства с тем или иным основным Инвестором (и, возможно, с группой Инвесторов), и в силу этого добровольно ограничившим себя в праве привлечения внешних заимствований (в том числе через уставный капитал) и инвестирования собственной прибыли в ОСП. Оператор бизнеса не имеет иных владельцев, кроме собственных работников, заинтересованных в максимальной продолжительности существования Оператора бизнеса, своей самореализации и благосостоянии, и имеющих для достижения этих целей возможность контроля действий менеджмента (для пресечения получения ими частных выгод), а также распределения высокой доли затрат и прибыли на личное потребление (в силу соглашения с Инвестором о запрете самоинвестирования в ОСП);
- 2) в определенном смысле, форма собственности Оператора бизнеса схожа с понятием «общенародная собственность», когда члены совместно владеющего ей сообщества знают о наличии у них права на эту собственность и формулу, по которой можно рассчитать величину этого права для каждого из них, но могут реализовать свое право владения только в порядке, когда принимается единовременное решение о «приватизации» собственности либо ее «продаже» (в нашем случае - прекращение бизнес-операторской деятельности либо принудительная продажа Инвестору соответственно), либо при увольнении работника без компрометирующих причин.

Доля работника в Операторе бизнеса может быть либо рассчитана по некоторой публичной формуле, которая отражает его «полезность», либо одинакова для любого работника;

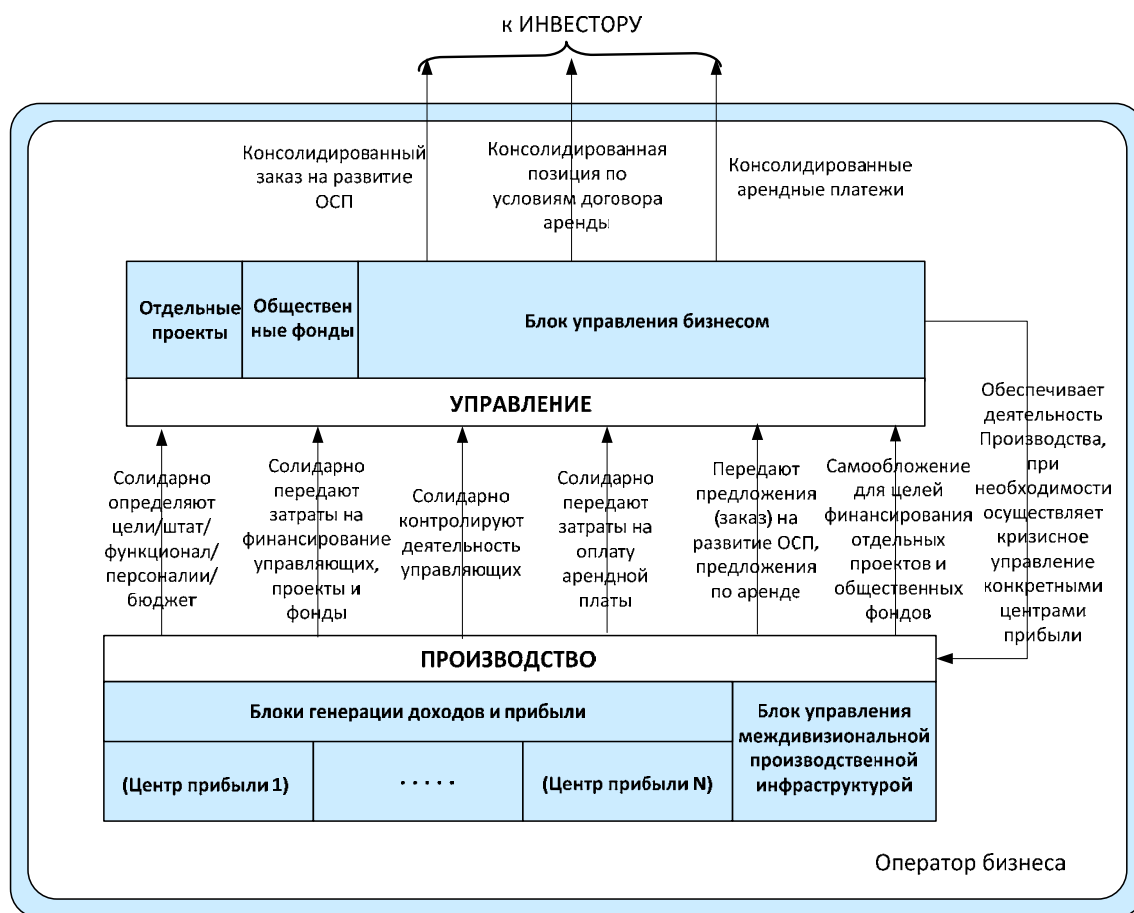


Рисунок 4 – Принципиальная схема Оператора бизнеса

- 3) Оператор бизнеса, в силу структуры владения, скорее должен быть организован не традиционно иерархически, а лоурархически [12], когда полномочия и ресурсы передаются снизу-вверх для осуществления некоторого общего интереса. Таким общим интересом для персонала и центров прибыли являются: а) обеспечение деятельности корпоративного центра и контроль за этой деятельностью; б) состав, формирование и распределение общественных фондов; в) определение порядка расчета долей владения работников и ведения резерва долей для перспективных работников; г) согласование и обеспечение солидарных арендных платежей и консолидированного заказа на развитие ОСП. Равным образом, частным интересом персонала является внутренняя организация ЦП, их штатное расписание, размер и структура фонда оплаты труда, распределение прибыли ЦП между работниками;
- 4) базовой единицей организации Оператора бизнеса являются блоки генерации доходов и прибыли, т.е. ЦП, осуществляющие производство и продажу товаров/услуг конечному потребителю. ЦП являются разнообразными с точки зрения реализации частных интересов сотрудников и самоуправляемыми по способу внутренней организации. В основе самоуправления ЦП лежит выборность руководителя ЦП (как на основе демократического централизма, когда решение принимается, если «за» большинство, так и на основе консенсуса, когда решение принимается, если «никто не против» [12]). ЦП, будучи источником доходов, солидарно (то есть за неплательщиков платят все остальные) выполняют отчисления на содержание сферы общих интересов (корпоративный центр, управление междивизиональной производственной инфраструктурой, общественные

фонды, отдельные общезначимые проекты, арендные платежи). ЦП, в лице своих директоров и по логике корпоративного Совета директоров, принимают на себя ответственность за назначение генерального директора и топ-менеджмента Оператора бизнеса, утверждение бюджетов, финансируемых ЦП, утверждение заказа Инвестору на ОСП, утверждение арендного договора, а также осуществляют регулярный «инсайдерский» контроль за деятельностью топ-менеджмента. Между ЦП запрещена конкуренция на рынке конечного потребителя, а также запрещено слияние (поглощение) ЦП без согласия всех остальных ЦП;

- 5) в случае, когда блок генерации доходов и прибыли находится в стадии становления, либо возникают проблемы с его возможностями выполнять солидарные обязанности ЦП, в нем, по решению остальных ЦП, вводится «внешнее управление» со стороны корпоративного центра Оператора бизнеса, с приостановлением всех прав этого ЦП на разнообразие и самоуправление. По окончании «внешнего управления», то есть выхода ЦП на требуемую рентабельность, все права ЦП восстанавливаются в полном объеме. Отметим, что согласно правилу «разнообразия» конкретные ЦП могут добровольно отказаться от самоуправления в пользу «внешнего управления» со стороны корпоративного центра;
- 6) на уровне Оператора бизнеса прибыль централизуется только для учетных целей ее налогообложения. Коллектив (персонал, работники) ЦП имеют монопольное право на распределение прибыли ЦП, сформированной после выполнения всех затрат и уплаты соответствующих налогов;
- 7) корпоративный центр осуществляет внутривозвратный учет, в том числе в форме управленческого и казначейского учета, стратегический и финансовый менеджмент и ряд других стандартных функций управления, имея целью обеспечение деятельности ЦП (включая бухгалтерское, налоговое, юридическое сопровождение в объемах, необходимых для деятельности ЦП). Корпоративный центр взаимодействует с органами государственной власти в части выполнения необходимых госфункций и функций социального партнерства, осуществляет от имени Оператора бизнеса взаимодействие с Инвестором в части формирования долго-, средне- и краткосрочного заказа Инвестору на ОСП и согласования структуры и условий договора аренды. При необходимости, корпоративный центр осуществляет «внешнее управление» теми ЦП, у которых возникают трудности с развитием бизнеса либо исполнением солидарных обязательств ЦП.
Корпоративный центр солидарно формируется, финансируется и контролируется не находящимися под «внешним управлением» ЦП, работники корпоративного центра являются совладельцами Оператора бизнеса на равных основаниях;
- 8) помимо солидарного финансирования структур, представляющих общий интерес для ЦП, в целях финансирования отдельных общезначимых проектов может применяться процедура добровольного самообложения ЦП. Средства, собранные по процедуре самообложения, учитываются в управленческом учете как принадлежащие ЦП и входят в формулу расчета текущей стоимости доли работника ЦП, выплачиваемой при его увольнении;
- 9) ряд функций корпоративного центра (бухгалтерский учет, налоговый учет, юридическое сопровождение), блока управления междивизиональной инфраструктурой (Call-центры, биллинги, CRM, центры обработки данных, услуги IT), центров прибыли (продажи, сервис) могут быть получены в аутсорсинге, что, по существу, также является скрытой формой аренды, так как соответствующие инвестиционные и рекрутинговые затраты несет аутсорсер. Аутсорсинг блока управления междивизиональной инфраструктурой при этом выполняется по согласованию с Инвестором.

Все вышесказанное относительно правил взаимодействия субъектов отношений Оператора бизнеса должно содержаться в Уставе и внутренних документах Оператора бизнеса и

находить свое отражение в его организационной структуре и корпоративной культуре, которые должны «автоматически» изменяться по мере изменения правил взаимодействия.

Заключение

Мы понимаем, что при согласии в главном – о том, что будущее корпоративного развития состоит в переходе от доминирования одних субъектов корпоративных отношений над другими к равноправному партнерству между ними, можно построить более одной модели такого партнерского взаимодействия. Например, Инвестор может взять на себя не только создание и развитие, но и техническую эксплуатацию своего имущества; страхование имущества может входить в арендную плату, а может быть обязанностью Оператора бизнеса, по согласованию с Инвестором; Оператор бизнеса может иметь право частичного самоинвестирования, с согласия или без согласия Инвестора; Инвестор может реализовать право защиты инвестиций сменой руководства Оператора бизнеса, либо будет иметь право приобрести его в собственность; Оператор бизнеса будет самоуправляемым или предпочтет классическое директивное управление и т.п.

Критерием истинности предлагаемого подхода в любом случае остается, в соответствии с праксеологической рациональностью, его полезность, показанная через функционирование нескольких образцов (пилотных проектов).

Равным образом отметим, что для полноценной реализации предложений, составляющих очерченную концептуальную модель, весьма желательным является законодательное закрепление понятия Партнерства, юридических форм его участников и правил их взаимодействия, а также особенностей налогового учета ОСП в увязке с его использованием в качестве арендуемого имущества с различным циклом выхода на расчетные значения получения дохода от его использования у арендатора.

Список источников

- [1] *Переслегин, С.* Новые карты будущего / С. Переслегин. – М.: АСТ Москва, Terra Fantastica. 2009.
- [2] *Шапиро, Р.* Прогноз на будущее / Р. Шапиро. – М.: АСТ Москва, 2009. - 537 с.
- [3] *Иноземцев, В.Л.* За пределами экономического общества / В.Л. Иноземцев. - М.: «Academia»-«Наука», 1998. – 640 с.
- [4] *Иноземцев, В.Л.* Расколота цивилизация / В.Л. Иноземцев. - М.: «Academia»-«Наука», 1999. – 724 с.
- [5] *Tirole, J.* Corporate Governance? / J. Tirole // *Econometrika* - 2001. - vol.69.
- [6] *Ружанская, Л.С.* Интересы участников и развитие корпорации: проблема согласования / Л.С. Ружанская // Известия Уральского государственного университета. Сер.Общественные науки. - 2009. - №4(70).
- [7] *Дементьев, В.Е.* Отношения собственности: теоретические основы и стратегия совершенствования / В.Е. Дементьев. - М.: ГУУ, 2002.
- [8] *Спенсер, Г.* Синтетическая философия / Г. Спенсер. – К.: Ника-Центр, 1997.
- [9] *Виттих, В.А.* Введение в теорию интересубъективного управления / В.А. Виттих. – Самара: СамНЦ РАН, 2013. – 64 с.
- [10] *Кукатас, Ч.* Либеральный архипелаг: Теория разнообразия и свободы / Ч. Кукатас. – М.: Мысль, 2011.
- [11] *Хабермас, Ю.* Моральное сознание и коммуникативные действия / Ю. Хабермас. – СПб.: Наука, 2006.
- [12] *Акофф, Р.Л.* За пределами социализма и капитализма: развивающееся общество / Р.Л. Акофф // Проблемы управления в социальных системах. - 2009. – Т. 1, №1. – С. 112-140.
- [13] *Национальная идея России.* - М.: Научный эксперт, 2012. - 750 с.
- [14] *Greiner, L.* Evolution and revolution as organization grow / L. Greiner // *Harvard Business Review.* - 1972. - July-August. - P. 37-46.
- [15] *Емельянов, Е., Поварницына, С.* Жизненный цикл организационного развития / Е. Емельянов, С. Поварницына // Организационное развитие. – 1996. - №2.
- [16] *Дафт, Р.Л.* Теория организации / Р.Л. Дафт. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 736 с.

Сведения об авторах



Белобоков Андрей Яковлевич, 1958 г. рождения. Окончил мехмат Пермского государственного университета (1980). Стажировался в Ленинградском государственном университете (1980-1981). Работал в ВЦ Пермского государственного университета, в системе Минавиапрома, в банковской сфере. С 2000 г. – на руководящих должностях в отрасли связи и телекоммуникаций. Кандидат экономических наук (2009). В списке научных трудов 22 публикации. Область научных интересов связана с интеллектуальными информационными технологиями в организационном управлении предприятиями и муниципальными образованиями, с автоматизацией межбанковских расчетов, с ценовым регулированием в отрасли связи.

Andrey Yakovlevich Belobokov (b. 1958) graduated from the mechanical and mathematical department of the Perm state university (1980), trained at the Leningrad state university (1980-1981), worked at computer center of the Perm state university, at enterprises of Aircraft Industry Ministry, in the bank sphere. Since 2000 he has held the executive positions in the sphere of communications and telecommunications. Cand. Ec. Sci. (2009). He is the author of 22 publications. The field of researches is connected with intellectual information technologies in organizational management of the enterprises and municipal unions, with the automation of interbank calculations, with the price regulation in communication field.



Лихтциндер Борис Яковлевич, 1932 г. рождения. Окончил Московский авиационный институт (1956), работал в Куйбышевском и Винницком политехнических институтах, в Ульяновском НПК «Центр микроэлектроники и автоматизации в машиностроении». В настоящее время – профессор кафедры мультисервисных сетей и информационной безопасности Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Доктор технических наук (1972), профессор (1984). В списке научных трудов более 350 работ, в том числе 16 книг. Заслуженный работник высшей школы РФ, вице-президент научно-общественной Академии телекоммуникаций и информатики.

Boris Yakovlevich Lihtzinder (b. 1932) graduated from the Moscow aviation institute (1956), worked at Kuibyshev and Vinnitsa polytechnical institutes, in Ulyanovsk science center of microelectronics and automation in mechanical engineering. At present time he is the professor of multi-service networks and information safety department at Povolzhskiy state university of telecommunication and informatics. D.Sc.Eng. (1972), professor (1984). He is the author of more than 350 publications (among them 16 monographies). He is the Honoured scholar of the higher school of the Russian Federation and the vice-president of scientific-public Academy of Telecommunications and Informatics.

ABSTRACTS

N.M. Borgest

7-25

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

SCIENTIFIC BASIS FOR THE ONTOLOGY OF DESIGNING

The article discusses the scientific basis for a currently forming field of scientific study (scientific research field), that outlines the scope of the essential issues of project activity and the design process in general, including the design environment, subjects of the design process, their properties and relations in addition to the traditional objects, systems and processes. An approach to distinguish the field of study and to map it on the current science differentiation is made. The ontology of designing is being looked at as an integrative scientific discipline.

Keywords: *ontology, design, science, science differentiation, integration of science, research object, the object of study.*

A.V. Boukhanovsky, V.N. Vasilev, Yu.I. Nechaev

26-34

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

ONTOLOGY OF COMPETENCE CENTERS ON THE BASIS OF MODERN CATASTROPHE THEORY IN INTELLIGENT ENVIRONMENT OF THE «CLOUD» MODEL

The formalized model of complex ontology of the competence centre is considered on the basis of intelligent technology iPSE (Intelligent Problem Solving Environment) and high-performance computing environment of the «cloud» model. The developed model of ontology takes into account extension of the iPSE technology functionality by means of event workflow (WF) modification. The directions of the practical applications of developed ontology knowledge system are specified within an implementation of the information representation and processing concept in tasks of extreme situation control in complex dynamic environment.

Keywords: *ontology, centre of the competence, modern of catastrophe theory, intelligent technologies, high-performance computing, cloud computing model, threat of flood, emergency situation, complex dynamic environment.*

Anatoly Gladun¹ and Julia Rogushina²

35-50

*¹ International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems,
National Academy of Sciences and Ministry of Education of Ukraine, Kyiv, Ukraine
glanat@yahoo.com*

*² Institute of Software Systems, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ladamandraka2010@gmail.com*

ONTOLOGY REPOSITORY AS MEANS OF A REUSE OF SEMANTIC KNOWLEDGE FOR RECOGNITION OF INFORMATION OBJECTS

In article presents the analysis of means and structures for effective storage and a reuse, a choice relevant ontologies or their components used in intellectual information systems for the decision of problems of recognition, search and a choice of information objects in the distributed environment. Requirements on creation of conceptual structure of an ontologies repository, the whole complex of adjacent problems aimed at the decision on storage, search to estimation, safe use, personifications, ontologies integration taking into account requirements of standards are formulated and proved. For performance of objects in view methods of integration of semantic search systems with ontologies repositories for the description of a subject domain of search that has allowed to consider new requirements to standards of the ontologic metadata and forms of their representation are offered. Practical uses ontologies repositories has allowed to provide a number of quality standards, both with users, and experts that has allowed to expand consi-

derably areas of use of search system and to provide efficiency of performance of problems of recognition of various types of intellectual information objects.

Keywords: *Ontology, Ontology repository, information object, semantic search, interoperability, metadata, Standards Semantic Web.*

D.A. Viattchenin

51-64

*United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus
viattchenin@mail.ru*

MODELING AND ABSTRACTION

The paper deals with the problem of the relationship of concepts of modeling and abstraction. The status of the act of abstraction in the modeling process is determined on the basis of logical and methodological analysis of the concepts of the model, modeling and abstraction, as well as their relationships, and the concept of abstractness of models is introduced.

Keywords: *model, modeling, abstraction, mapping, isomorphism, substitution.*

S.A. Piavsky

65-85

*Samara state university of architecture and civil engineering
spiyav@mail.ru*

TWO NEW UPPER LEVEL CONCEPTS FOR THE MULTI-CRITERIA OPTIMISATION ONTOLOGY

Two new concepts of the optimal decision making theory are proposed. Those new concepts possess a high degree of generality: the extended principle of Pareto optimality and confident judgment of the decision-maker.

Keywords: *multi-criteria optimization, decision making, decision-maker, means of uncertainty accounting.*

A.Ya. Belobokov¹, B.Ya. Lichtcinder²

86-99

¹*GmbH «Benefit», Ekaterinburg*

²*Povolzhskiy state university of telecommunication and Information, Samara
lixt@samtel.ru*

THE CONCEPTUAL MODEL FOR MITIGATION OF THE CORPORATE CONFLICTS OF INTERESTS BETWEEN SHAREHOLDERS AND MANAGEMENT: TRANSFORMATION OF CORPORATION INTO PARTNERSHIP, BASED ON LEASE RELATIONSHIP

The article is dedicated to (from the standpoint of ways of dealing with) the well-known corporate conflict of interests between shareholders and management of contemporary corporation. The author's concept assumes that the essence of this conflict lies in distribution of profit from using some property between its owner and its executive personal, functioning inside one juridical person. The author suggest to reorganize this subjects of corporate relations into two different juridical persons (equal in rights and not affiliated), interacting on the basis of long-term and predictable lease («Partnership»). The article gives rules for interacting between property's owner and leaseholder, operating this property for making income on the end-user's market of goods or services. The functional model of leaseholder company and rules of subject's interaction inside such company are proposed under assumption that innovation/investment partnership with property's owner doesn't prevent ownership of leaseholder company by its personal. The article makes the supposition, that in constructing of a model of a self-governing leaseholder company it is advisable to apply the theory of intersubjective management.

Keywords: *management set-up, intersubjectivity, corporation, partnership, self-identification, self-governance, business operator, management, investor, lease.*



XIII международная научная конференция им. Т.А.Таран

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ (ИАИ-2013)

15-17 мая 2013 г., Киев, Украина

ОРГАНИЗАТОРЫ

- Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
- Российская ассоциация искусственного интеллекта
- Национальный технический университет Украины «КПИ», факультет прикладной математики
- Институт прикладного системного анализа

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели

Згуровский М.З., академик НАН Украины, д.т.н., проф., Украина

Молчанов А.А., д.т.н., проф., Украина

Осипов Г.С., д.ф.-м.н., проф., Россия

Члены программного комитета

Валькман Ю.Р., д.т.н., проф. МНУЦ ИТС НАНУ, Украина

Гладун В.П., д.т.н., проф. ИК НАНУ, Украина

Голенков В.В., д.т.н., проф. БГУИР, Беларусь

Дичка И.А., д.т.н., проф. НТУУ «КПИ», Украина

Донской В.И., д.ф.-м.н., проф. ТГУ, Украина

Кузнецов О.П., д.т.н., проф. ИПУ РАН, Россия

Стефанюк В.Л., д.т.н., проф. ИППИ РАН, Россия

Тарасенко В.П., д.т.н., проф. НТУУ «КПИ», Украина

Финн В.К., д.т.н., проф. ВИНТИ, Россия

Хорошевский В.Ф., д.т.н., проф. ВЦ РАН, Россия

Григорьев А.В., к.т.н., доц. ДНТУ, Украина

Чертов О.Р., к.т.н., доц. НТУУ «КПИ», Украина

Сирота С.В., к.т.н., НТУУ «КПИ», Украина

ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- интеллектуальный анализ данных;
- методы инженерии знаний;
- интеллектуальный поиск и анализ информации в локальных и глобальных сетях;
- интеллектуальный анализ данных в социальной сфере и гуманитарных исследованиях;
- интеллектуальные обучающие системы;
- интеллектуальные системы для дистанционного обучения и контроля знаний;
- прикладные системы интеллектуального анализа данных;
- интеллектуальные компьютерные средства;
- методы искусственного интеллекта при моделировании систем.

ОРГКОМИТЕТ

Председатель: д.т.н., проф. Дичка И.А. Заместитель председателя: к.т.н., доц. Чертов О.Р.

Секретариат: Копычко С.Н., Темникова Е.Л.

Адрес: 03056, Киев, пр. Перемоги, 37, НТУУ «КПИ», кафедра прикладной математики, корп. 14, комн. 60.

Тел.: (+38-044) 406-81-77, 454-99-30, Факс: (+38-044) 406-84-58, e-mail: iaikpi@ukr.net, temnikova_elena@ukr.net

**Международная конференция
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
21-25 мая 2013 г., Уфа, Россия**

ОРГАНИЗАТОРЫ

- ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (Россия)
- Министерство образования Республики Башкортостан
- Институт социально-экономических исследований УНЦ РАН (г. Уфа)
- Института актуального образования ЗАО "ЮРИНФОР" (г. Москва)
- Российский фонд фундаментальных исследований (г. Москва).

В рамках международной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений" состоится российско-немецкий семинар "Модели и алгоритмы прикладной оптимизации".

ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- Нейросетевые технологии.
- Нечеткие модели и методы.
- Распознавание образов.
- Эволюционные и иммунные алгоритмы.
- Интеллектуальные модели, методы, технологии и системы.
- Системный анализ и математические методы принятия решений.
- Модели и алгоритмы прикладной оптимизации.
- Методы принятия решений в технических системах.
- Поддержка принятия решений в чрезвычайных ситуациях.
- Программное обеспечение для поддержки принятия решений.
- Информационные системы.
- Облачные вычисления.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Гузаиров М.Б.(УГАТУ) – председатель,
Фишер А.(Технический университет Дрездена, Германия),
Грумпус П. (университет г. Патры, Греция),
Верн Х.(Технологический институт Карлсруэ, Германия),
Ковач Г.(Венгерская академия наук, Венгрия),
Дитрих Д.(Технический Университет Вены, Австрия),
Вольфенгаген В.Э. (ЮрИнфоР-МГУ),
Сметанин Ю.Г. (РАН),
Мельников А.В. (ЧелГУ),
Гвоздев В.Е. (УГАТУ),
Петунин А.А. (УрФУ),
Конрад У. (Гельмгольц-центр Дрезден-Розендорф, Германия),
Йонк П. (Гельмгольц-центр Дрезден-Розендорф, Германия),
Куликов Г.Г. (УГАТУ),
Массель Л.В. (ИрГТУ),
Павлов С.В. (УГАТУ),
Ильясов Б.Г. (УГАТУ),
Белов Г.(Университет Дуйсбург-Эссена, Германия),
Васильев В.И. (УГАТУ).

ОРГКОМИТЕТ

Юсупова Н.И. (УГАТУ) – председатель,
Регистрационную форму и статьи направлять по адресу ITIDS2013@gmail.com

**XV Международная конференция
«Проблемы управления и моделирования в сложных системах»
(ПУМСС-2013)
25-28 июня 2013 г., Самара, Россия**

ОРГАНИЗАТОР

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук (ИПУСС РАН)

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Федосов Е.А., академик РАН, председатель Программного комитета
Виттих В.А., д.т.н., заместитель председателя, ИПУСС РАН, г. Самара
Боровик С.Ю., д.т.н., ученый секретарь Программного комитета, ИПУСС РАН, г. Самара
Аншаков Г.П., член-корреспондент РАН
Васильев С.Н., академик РАН
Инден У., профессор Кёльнского университета, г. Кёльн, Германия
Кузнецов Н.А., академик РАН
Куржанский А.Б., академик РАН
Новиков Д.А., член-корреспондент РАН
Рапопорт Э.Я., д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Ржевский Г.А., профессор Открытого университета, г. Лондон, Великобритания
Руднев В.И., директор по науке и технологиям группы компаний «Inductoheat», г. Мэдисон-Хайтс, США
Себряков Г.Г., член-корреспондент РАН
Смирнов С.В., д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Филимонов Н.Б., д.т.н., МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
Шорин В.П., академик РАН

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Виттих В.А., д.т.н., председатель Организационного комитета, ИПУСС РАН, г. Самара
Смирнов С.В., д.т.н., заместитель председателя оргкомитета, ИПУСС РАН, г. Самара
Боровик С.Ю., д.т.н., ученый секретарь оргкомитета, ИПУСС РАН, г. Самара
Андреев В.А., д.т.н., Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара
Гриценко Е.А., заместитель министра социально-демографической и семейной политики Самарской области
Дилигенский Н.В., д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Загорюлько Ю.А., к.т.н., Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, г. Новосибирск
Золотухин Ю.Н., д.т.н., Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, г. Новосибирск
Ильясов Б.Г., д.т.н., Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа
Клещев А.С., д.ф.-м.н., Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток
Кузнецов С.В., зам. директора ИПУСС РАН, г. Самара
Лазарев Ю.Н., д.т.н., Самарский научный центр РАН, г. Самара
Плешивцева Ю.Э., д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Скобелев П.О., д.т.н., НПК «Разумные решения», г. Самара
Чекалов Л.Л., к.т.н., ООО «Транс-Мобил-Спедишн», г. Самара

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ И СЕКЦИИ:

- современная теория оптимального управления и её приложения. Секции: «Оптимальное управление в системах с распределенными параметрами», «Моделирование и управление в сложноструктурируемых системах», «Оптимальное управление в аэрокосмических системах»;
- интеллектуальные системы управления и обработки информации. Секции: «Теория интерсубъективного управления с применением онтологических моделей ситуаций», «Интеллектуальные технологии в сложных системах», «Эргатические системы»;
- управление и измерения в сложных технических системах. Секции: «Управление в сложных технических системах», «Измерения, контроль и диагностика в экстремальных условиях».

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

443020, Самара, ул. Садовая, 61, ИПУСС РАН, тел. (846) 332-39-27, факс (846) 333-27-70, Климакова Елена.
E-mail csmp@iccs.ru. Подробная информация о конференции на сайте www.iccs.ru в разделе «Конференции».

**XVIII Байкальская Всероссийская конференция с международным участием
ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И УПРАВЛЕНИИ
1-10 июля 2013 г., Иркутск–Байкал**

ОРГАНИЗАТОРЫ

- Президиум Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
- Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН
- Институт динамики систем и теории управления СО РАН
- Иркутский государственный технический университет
- Иркутский государственный университет путей сообщения

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель: **Массель Л.В.**, д.т.н., ИСЭМ СО РАН, Иркутск

Сопредседатели программного комитета:

Абламейко С.В., академик НАН Беларуси, Минск, Белорусский гос. ун-т

Бычков И.В., академик РАН, Иркутск, ИДСТУ СО РАН

Воеводин В.В., чл.-корр. РАН, Москва, НИВЦ МГУ

Донской В.И., академик Крымской АН, Украина, Симферополь, Таврический ун-т им. В.И. Вернадского

Воропай Н.И., чл.-корр. РАН, Иркутск, ИСЭМ СО РАН

Федотов А.М., чл.-корр. РАН, Новосибирск, ИВТ СО РАН

Члены программного комитета:

Андрианов А.Н., д.ф.-м.н., Москва, ИПМ РАН

Аршинский Л.В., д.т.н., Иркутск, ИрГУПС

Вольфенгаген В.Э., д.т.н., Москва, МИФИ

Горнов А.Ю., д.т.н., Иркутск, ИДСТУ СО РАН

Дунаев М.П., д.т.н., Иркутск, ИрГТУ

Елисеев С.В., д.т.н., Иркутск, ИрГУПС

Карпенко А.П., д.ф.-м.н., Москва, МГТУ им. Баумана

Кочегуров В.А., д.т.н., Томск, ТПУ

Москвичев В.В., д.т.н., Красноярск, СКТБ «Наука» СО РАН

Мохор В.В., д.т.н., Киев, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАН Украины

Мухопад Ю.Ф., д.т.н., Иркутск, ИрГУПС

Петров А.В., д.т.н., Иркутск, ИрГТУ

Силич В.А., д.т.н., Томск, ТПУ

Смирнов С.В., д.т.н., Самара, ИПУСС РАН

Хамисов О.В., д.ф.-м.н., Иркутск, ИСЭМ СО РАН

Черкашин А.К., д.г.н., Иркутск, ИГ СО РАН

Чубаров Л.Б., д.ф.-м.н., Новосибирск, ИВТ СО РАН

Юсупова Н.И., д.т.н., Уфа, УГАТУ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- теоретические и методологические аспекты информационных и математических технологий;
- математическое моделирование в научных исследованиях, вычислительная математика, оптимизация;
- информационное моделирование (моделирование данных и знаний, когнитивное и онтологическое моделирование и др.);
- параллельные и распределенные вычисления, GRID-технологии, облачные вычисления;
- интеллектуальные вычисления (Intelligent computing) и семантические технологии;
- информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений;
- методы, технологии и инструментальные средства создания Smart Grid (интеллектуальных энергетических систем);
- ситуационные центры и системы поддержки принятия решений в управлении;
- корпоративные информационные, геоинформационные, интеллектуальные системы.

Адрес оргкомитета: 664033 Иркутск, Лермонтова, 130, ИСЭМ СО РАН, e-mail: imt@isem.sei.irk.ru, www.sei.irk.ru/sei34
Телефон: (3952) 500-646 доп. 406. Макагонова Надежда Николаевна, Курганская Ольга Викторовна

Международная конференция
«Инженерия знаний и технологии Semantic Web 2013»
30 сентября - 9 октября 2013 г., Санкт-Петербург, Россия

Конференция KESW-2013 включает три мероприятия:

- Школа-семинар «Технологии Semantic Web» (30.09-04.10 2013 г.). Планируется участие ведущих специалистов в области Semantic Web из России и других стран.
- Пленарное и секционные заседания (7-9 октября 2013 г.). На пленарном заседании планируются выступления приглашенных докладчиков.
- Круглый стол, семинары и хакатон (5-6 октября 2013 г.)

Рабочий язык конференции - английский.

Основные даты:

- Аннотация (макс. 500 символов): 25 мая 2013
- Подача статей: 31 мая 2013
- Решение: 01 июля 2013
- Финальная версия статьи: 07 июля 2013



RESEARCH TRACK

- Ontology management:
 - Logical and philosophical foundations
 - Merging and alignment, modularity
 - Collaborative engineering and exchange
- KR and Reasoning:
 - Knowledge acquisition and management
 - Theory of automated reasoning
 - Practical algorithms
 - Applications
- Linked Data:
 - Publishing and integration
 - Querying
 - Scalability aspects
- Semantic Web Services
- Semantic Search
- Human Computer Interaction
- Semantic Social Web
- Semantic Databases:
 - RDF and other DBs for Linked Data
 - Ontologies and databases
 - Query answering

- Trust, Security and Privacy
- Knowledge Visualization
- Semantic Web in Education

INDUSTRY TRACK

- Applications of Semantic Web technologies in various industrial domains.
- Applications of Semantic Web technologies in community, government and semantic smart city.
- Industrial trends related to the usage of Linked Data and Semantic Web technologies.
- Description and analysis of concrete problems and user requirements for applying Semantic Web technologies in specific industry domains.
- Analysis and evaluation of usability, assessment of pros and cons of using Semantic Web technologies in real-world scenarios including models of investment justifications (ROI).

Подробная информация на сайте конференции <http://kesw.ru>

Реквизиты для связи и получения информации:

e-mail: ailab@mail.ifmo.ru - общие и организационные вопросы

Pavel Klinov pavel.klinov@uni-ulm.de - вопросы по программе конференции, соответствию тематики и т.п.

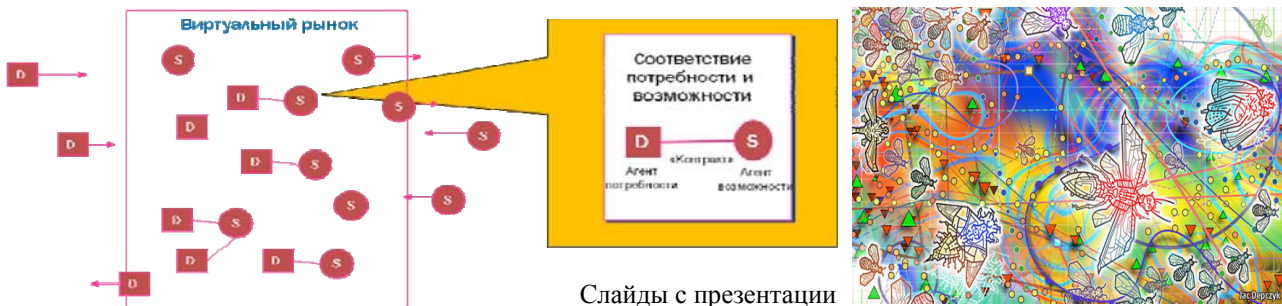
Кафедра конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ
Институт проблем управления сложными системами РАН

научный семинар «ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

22 марта 2013 года в СГАУ прошло очередное заседание семинара на тему:
**Мультиагентные технологии для управления ресурсами
в реальном времени**

Основной докладчик: **Скобелев Петр Олегович**, д.т.н., профессор ПГУТИ,
главный конструктор НПК «Разумные решения»

Специалистами НПК «Разумные решения» демонстрировались возможности разработанных систем «Smart Factory» и «Конструктор онтологий» на реальных задачах в аэрокосмической промышленности (МКС, ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», ОАО «Кузнецов»)



Рекомендуемые издания 2012-2013 гг. по тематике журнала



Рубашкин В.Ш.

Онтологическая семантика: Знания. Онтологии. Онтологически ориентированные методы информационного анализа текстов

– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 - 348 с.

Автор имеет целью изложить в виде единой целостной концепции онтологический подход к комплексу проблем, связанных с концептуальным моделированием в целом и с задачей автоматического понимания делового текста и извлечения знаний из текста в частности. Материал книги отражает авторский опыт исследований и разработок, направленных на практическое решение этих задач (онторедатор, семантический процессор). Книга ориентирована на специалистов, аспирантов и студентов, интересующихся указанным кругом задач.



Пер Бак

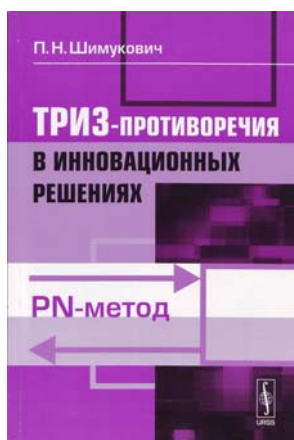
Как работает природа: Теория самоорганизованной критичности

Пер. с англ. / Вступ. ст. Г.Г. Малинецкого. – М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. - 276 с.

Самоорганизованная критичность – первая общая теория сложных систем, базирующаяся на прочном математическом фундаменте.

Пер Бак является первооткрывателем самоорганизованной критичности – концепции, которая набирает все больший вес в современной науке. Оказывается, что многие никак не связанные, на первый взгляд, друг с другом явления – от формирования ландшафта до эволюционных процессов, от деятельности нервной системы до экономического поведения

– имеют ряд общих свойств. Такие свойства принято называть эмерджентными. Пер Бак убедительно показывает, что самоорганизованная критичность – спонтанная эволюция систем к критическому состоянию – и является ключом к пониманию этого единого принципа. Книга рассчитана на широкий круг читателей.



Шимукович П.Н.

ТРИЗ-противоречия в инновационных решениях: PN-метод

– М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. - 216 с

Инновации - это то, чем живет развивающаяся компания. Одним из средств их создания является теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Она имеет полувековую практику применения в различных сферах деятельности человека. PN-метод является дальнейшим развитием ее наиболее известной части, касающейся работы с противоречиями. Предлагаемый метод обеспечивает работу с ТРИЗ-противоречиями на системной основе, чем качественно отличается от известных подходов, базирующихся на приемах разрешения технических и физических противоречий. Работоспособность

метода подтверждена многочисленными примерами. Книга предназначена для практической работы по созданию новых эффективных решений специалистами разных уровней: конструкторами, технологами, менеджерами, а также всем, кто интересуется творчеством.

Индекс 29151

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Продолжается подписка на журнал “Онтология проектирования”, которую можно оформить непосредственно через издательство. С 2013 года на сайте журнала в разделе Архив будет доступна лишь титульная часть статей, опубликованных в журнале после 2012 года: название статьи, авторы, аннотация, ключевые слова, список источников. Полностью выпуски журнала будут доступны на сайте спустя год после их выхода в том же разделе Архив.

Для читателей, заинтересованных в получении печатного варианта журнала и актуальной электронной версии, предлагается осуществить подписку на 2013 год и/или приложить усилия по организации подписки на журнал в своих институтах, компаниях и организациях.

Стоимость подписки одного комплекта журнала (4 номера) на 2013 год - 2000 рублей (НДС не облагается).

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

Подробности на сайте журнала.

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



Издательство “Новая техника”
443010, Самара, ул.Фрунзе 145