

На правах рукописи



ЖИХАРЕВ Александр Геннадиевич

**ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЕ
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЗНАНИЙ**

Специальность 05.13.17 – Теоретические основы информатики

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Белгород –2013

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), на кафедре прикладной информатики.

Научный руководитель **Маторин Сергей Игоревич**,
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Коськин Александр Васильевич**, доктор
технических наук, профессор, директор
учебно-научно-исследовательского института
информационных технологий,
Государственный университет – учебно-
научно-производственный комплекс, г. Орел

Ломакин Владимир Васильевич, кандидат
технических наук, доцент, заведующий
кафедрой информационного менеджмента,
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, г. Белгород

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт системного
анализа Российской академии наук, г. Москва

Защита состоится 02 октября 2013 года в 16 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 212.015.10 на базе ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» по адресу: 308015 г. Белгород, ул. Победы, д. 85, ауд. 3-8, к.15.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ») по адресу: 308015 г. Белгород, ул. Победы, д. 85.

Автореферат разослан «__» августа 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.015.10
д.т.н., проф.



С.П. Белов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Интеллектуальный капитал организации – понятие, которое приобрело смысл в последние два десятилетия. Многие ученые, отмечают, что интеллектуальный капитал сейчас имеет большую стоимость, чем любой материальный. Основной «золотой запас» любой компании – знания и опыт ее специалистов. От того, как этот запас будет сохраняться и пополняться, зависит, в конечном итоге, эффективность услуг, ориентированных на клиентов, а значит, и конкурентоспособность компании на рынке.

В целях обеспечения эффективного функционирования интеллектуального капитала, в настоящее время широкое распространение получили концепции и методы управления знаниями. По данным журнала Fortune, почти половина компаний, входящих в рейтинг Fortune 1000, внедрила у себя и продолжает развивать управление знаниями, еще треть планирует сделать это в ближайшее время. The American Productivity & Quality Center (неприбыльная образовательно-исследовательская организация) рассматривает управление знаниями как совокупность стратегий и процессов по выявлению, приобретению, распространению, использованию, контролю и обмену знаниями, необходимыми для обеспечения конкурентоспособности организации.

В последнее десятилетие можно наблюдать повышающийся интерес компаний к такому понятию как «организационное знание». Мировой финансовый кризис заставил современные предприятия мобилизовать свой интеллектуальный потенциал и задуматься о механизме управления организационными знаниями, рассматривать данные процессы как главное условие для создания конкурентных преимуществ предприятия в условиях нестабильности и неопределенности внешней среды. Организационное знание выражается в улучшении продуктов, процессов, технологий и позволяет организации оставаться конкурентоспособной и жизнеспособной. Управление организационными знаниями становится предметом профессионального труда когнитолога («инженера по знаниям») – специалиста, который формализует организационные знания и делает их доступными для всеобщего пользования.

Для обеспечения управления организационными знаниями, в первую очередь, необходимо эти знания иметь в явном, причем в настоящее время, в компьютерном виде. С этой точки зрения актуальными и востребованными являются исследование и разработка эффективного метода представления знаний об организационно-деловых и производственно-технологических процессах.

Разработки в области хранения, обработки и использования знаний отражены в трудах отечественных и зарубежных ученых: Х. Уэно, М. Минского, Н. Нильсона, Д. Хокинса, Ф. Уоссермена, С. Рассела, В.Э. Карпова, В.Г. Редько, А.Б.Петровского, С.И. Маторина, Д.А. Поспелова, В.В. Репина, Д. Росса, С.В. Рубцова и многих других.

В настоящее время, как правило, представление знаний осуществляется в рамках одной из парадигм описания знаний: логической, структурной или процедурной. В результате, существующие средства представления знаний позволяют хранить и обрабатывать отдельные аспекты знаний о конкретных предметных областях, но не систему знаний о данном предмете в целом. Для организационного знания такие методы не применимы, так как организационное знание представляет собою совокупность знаний разных видов, т.е. систему знаний, что будет показано в дальнейшем.

Целью данной работы является совершенствование процедур управления знаниями в организациях путем разработки метода и алгоритма представления и обработки организационных знаний в компьютерных системах с использованием формализованных графоаналитических системно-объектных моделей знаний.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие основные задачи:

1. Проведение анализа феномена организационных знаний и описательных возможностей существующих способов представления знаний с точки зрения данного феномена.

2. Обоснование выбора системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» для представления организационных знаний и средств формализации их визуальных моделей.

3. Адаптация технологии компьютерного графоаналитического системно-объектного моделирования «Узел-Функция-Объект» к решению задачи представления знаний об организационно-деловых и производственно-технологических процессах.

4. Разработка системно-объектного метода и алгоритма представления организационных знаний в виде графоаналитических моделей в терминах «Узел-Функция-Объект» (СОМПЗ).

5. Разработка способов алгебраического представления системно-объектных графоаналитических моделей организационных знаний с помощью теории графов, исчисления процессов и исчисления объектов.

6. Разработка формализованного метода и алгоритма вывода на системно-объектных графоаналитических моделях организационных знаний, представляемых в терминах «Узел-Функция-Объект».

7. Апробация СОМПЗ путем построения формализованных системно-объектных моделей организационных знаний в области агротехнической деятельности.

Объект исследований: средства представления знаний, модели знаний и методы работы со знаниями.

Предмет исследования: организационные знания, интеграция средств представления знаний, системно-объектный подход к представлению знаний.

Методы исследований. Системный подход «Узел-Функция-Объект» (УФО-подход), системно-объектный анализ (УФО-анализ), теория графов, теория паттернов, исчисление процессов, исчисление объектов.

Научную новизну работы составляет следующее:

1. Обоснован системный характер организационных знаний, что позволило впервые для хранения и обработки этих знаний в компьютерных системах адаптировать и применить системно-объектную графоаналитическую технологию моделирования систем «Узел-Функция-Объект».

2. Впервые на основе технологии «Узел-Функция-Объект» разработан метод представления организационных знаний с помощью системно-объектных графоаналитических моделей, что позволило интегрировать возможности сетевого, продукционного и фреймового способов представления и, таким образом, существующие парадигмы представления знаний.

3. Усовершенствован системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект» путем введения основных понятий исчисления функций по аналогии с исчислением процессов и формального описания системы как УФО-элемента за счет интеграции алгебраических средств исчисления объектов и исчисления процессов.

4. Впервые визуальные модели организационных знаний формализованы с помощью теории графов, исчисления объектов и исчисления процессов, что позволило разработать формализованный метод обработки знаний (в том числе механизм вывода), представляемых в виде системно-объектных графоаналитических моделей «Узел-Функция-Объект».

5. Впервые с помощью СОМПЗ разработаны формализованные графоаналитические модели знаний в области агротехнической деятельности, что позволило обеспечить поддержку выбора управленческих решений за счет удобного и полноценного представления знаний о производственно-технологических процессах.

Практическая значимость работы определяется разработкой алгоритма системно-объектного моделирования организационных знаний и алгоритма вывода на этих знаниях, использование которых обеспечивает повышение эффективности управления знаниями в организации и управленческих решений.

Использование результатов диссертации осуществлено в ОАО «Прохоровский элеватор» и ООО «Россия». Разработанные в упомянутых организациях графоаналитические системно-объектные модели в области агротехнической деятельности для обеспечения выбора управленческих решений руководителями позволили, в том числе, представить в удобном визуальном виде цепочку технологического процесса по переработке и хранению зерна для каждого конкретного случая, а также использовать при производстве сельскохозяйственной продукции элементы перспективной технологии «точного земледелия» (см. акты внедрения в Приложении к диссертации).

Область исследования. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики» (технические науки) по следующим областям исследований:

п.4. Исследование и разработка средств представления знаний. Принципы создания языков представления знаний, в том числе для плохо структурированных предметных областей и слабоструктурированных задач; разработка интегрированных средств представления знаний, средств представления знаний, отражающих динамику процессов, концептуальных и семиотических моделей предметных областей.

Связь с научными и инновационными программами.

Исследование выполнялось в рамках следующих федеральных проектов РФФИ: 10-07-00266-а «Разработка основ теории управления организационными знаниями с помощью формализованного системно-объектного подхода "Узел-Функция-Объект"»; 13-07-00096 «Разработка теории и средств имитации взаимодействия и функционирования слабо формализуемых динамических объектов на основе графоаналитического системного подхода "Узел-Функция-Объект"»; № 13-07-00075 «Комплексная модель адаптивной обучающей системы на базе гибридной модели представления знаний». Кроме того, исследования поддержаны внутривузовскими грантами НИУ «БелГУ» для аспирантов и студентов по приоритетным направлениям науки и техники в 2008-2011 годах.

Положения, выносимые на защиту:

1. Метод представления организационных знаний с помощью системно-объектных графоаналитических моделей в терминах «Узел-Функция-Объект».

2. Алгебраическое представление системы в рамках подхода «Узел-Функция-Объект» за счет интеграции алгебраических средств исчисления объектов и исчисления процессов.

3. Метод обработки знаний (в том числе механизм вывода), представляемых в виде системно-объектных графоаналитических моделей «Узел-Функция-Объект», формализованный с помощью теории графов, исчисления объектов и исчисления процессов.

4. Алгоритмы, реализующие разработанные методы представления и обработки организационных знаний.

5. Формализованные графоаналитические модели знаний в области агротехнической деятельности, что позволило обеспечить поддержку выбора управленческих решений за счет удобного и полноценного представления знаний о производственно-технологических процессах.

Достоверность выводов и рекомендаций обусловлена корректностью применяемых математических преобразований, отсутствием противоречий с известными фактами теории и практики представления знаний.

Личный вклад соискателя. Все изложенные в диссертации результаты исследования получены либо соискателем лично, либо при его непосредственном участии.

Апробация результатов диссертационного исследования.

Результаты исследования обсуждались на следующих конференциях: VII Международной научно – практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах» (г. Новочеркасск, 2006); VIII, IX Международной конференции «Кибернетика и высокие технологии XXI века (С&Т 2007, 2008)» (г. Воронеж, 2007, 2008 гг.); V всероссийской школе-семинаре молодых ученых «Управление большими системами» (г. Липецк, 2008); IV Международной конференций «Системный анализ и информационные технологии» (г. Звенигород, 2009); Международной научно-технической интернет – конференции «ИСИТ 2011» (г. Орел, 2011); Второй Международной научно-технической конференции «Компьютерные науки и технологии» (г. Белгород, 2011); Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Математическое моделирование в технике и технологии» (г. Воронеж, 2011); 12-ой международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» (г. Воронеж, 2012); Всероссийская молодежная конференция «Теория и практика системного анализа» (г. Белгород, 2012); Международной молодежной конференции «Прикладная математика, управление и информатика» (г. Белгород, 2012).

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 37 печатные работы (из них 13 в журналах из списка ВАК РФ), в том числе 2 Свидетельства Роспатента РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключения и Приложений. Работа изложена на 152 страницах машинописного текста, включая 47 рисунков, 18 таблиц и список литературных источников из 103 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования, формулируется его основная цель.

Глава 1. Обзор и анализ существующих способов представления знаний с точки зрения возможностей хранения и обработки организационных знаний.

Параграф 1.1. Организационные знания – знания для организации, знания в организации, знания об организации. Анализируется понятие организационного знания, исследуются определения данного понятия в различных сферах деятельности. На основании проведенного анализа, предлагается следующая схема организационного знания (см. таблицу 1).

Показано, что организационное знание (ОЗ) представляет собой систему, которая, в отличие от знаний вообще, включает в себя знания о структурных, функциональных и субстанциальных характеристиках организационной системы.

Таблица 1 – Элементы организационного знания

Элементы организационного знания	Комментарии	Элементы системы
Для чего делаем (ДЧД)	Знание назначения организации, ее цели и источника деятельности, т.е. кому что отдаем, у кого что берем	«Узел» (перекресток входных и выходных потоков), как структурная характеристика
Из чего делаем (ИЧД)		
Что делаем (ЧД)	Знание о функционировании организации, ее деятельности	«Функция», как процессная (функциональная) характеристика деятельности
Кто делает, кто несет ответственность (КД)	Знание о составе организации (ее субстанциях)	«Объект», как субстанциальная характеристика

Таким образом, ОЗ может быть описано в терминах системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект».

Параграф 1.2. Возможности и проблемы представления организационных знаний традиционными способами. Рассматриваются традиционные модели представления знаний такие как: семантическая (сетевая) продукционная и фреймовая. Результаты их анализа с точки зрения возможностей представления ОЗ в сравнении с УФО-подходом показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Возможности и ограничения традиционных моделей

Элементы ОЗ	Возможности и ограничения моделей:			
	Семантической	Продукционной	Фреймовой	УФО
ДЧД, ИЧД	Да, отсутствуют средства для описания потоковых связей между структурными элементами системы	Нет	Да, отсутствуют средства для описания потоковых связей между структурными элементами системы	Да
ЧД	Нет	Да, отсутствует возможность визуализации функционирования системы	Нет	Да
КД	Да, отсутствуют средства для описания состава объектов	Нет	Да	Да

Приведенные результаты показывают, что сетевые модели полноценно представляют только структурные характеристики ОЗ, продукционные модели – только функциональные, а фреймовые модели – объектные

характеристики. Следовательно, данные модели являются неэффективными с точки зрения представления ОЗ как системы, так как не позволяют описать все элементы этих знаний.

Параграф 1.3. Возможности и проблемы представления организационных знаний современными способами. Рассматриваются современные модели представления знаний такие как: нейронная и фреймово-продукционная. Результаты их анализа с точки зрения возможностей представления ОЗ в сравнении с УФО-подходом представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Возможности и ограничения современных моделей

Элементы ОЗ	Возможности и ограничения моделей:		
	Нейронная	Фреймово-продукционная	УФО
ДЧД, ИЧД	Нет	Нет	Да
ЧД	Да, отсутствует наглядное представление функционирования системы	Да, отсутствует наглядное представление функционирования системы	Да
КД	Нет	Да	Да

Проведенные результаты показывают, что данные модели являются так же неэффективными с точки зрения представления ОЗ, так как не позволяют описать все элементы ОЗ.

Параграф 1.4. Постановка задач диссертационного исследования. Рассматриваются задачи диссертационного исследования.

Параграф 1.5. Выводы по главе.

Глава 2. Выбор и обоснование средств и методов решения поставленных задач.

Параграф 2.1. Исследование и выбор технологии компьютерного графоаналитического представления организационных знаний. В связи с отмеченными выше недостатками традиционных и современных способов представления знаний, а так же в связи с системным характером ОЗ в рамках раздела исследуются стандарты бизнес-моделирования: DFD, IDEF0, ARIS (структурно-функциональные подходы); UML (объектно-ориентированный подход); а так же технология BPMN и УФО-подход.

Обоснование выбора технологии графоаналитического моделирования базируется на анализе эффективности рассматриваемых технологий. Критерием эффективности является возможность полноценного системного описания всех компонент ОЗ. Проведенное исследование показало, что наиболее эффективным средством описания ОЗ является системно-объектный УФО-подход.

Параграф 2.2. Исследование алгебраических средств формализованного представления графоаналитических моделей знаний. Проведено исследование алгебраических средств, с одной стороны, позволяющих рассматривать графические формализмы, с другой стороны,

позволяющих формализовать структурные, функциональные и объектные характеристики систем: теория графов, исчисление процессов (CCS – Calculus of Communicating Systems) Милнера и исчисление объектов Аббади-Карделли. Обоснованы возможности этих средств для формализации моделей ОЗ, представляемых с помощью УФО-подхода.

Параграф 2.3. Выводы по главе.

Глава 3. Разработка системно-объектного метода представления организационных знаний.

Параграф 3.1. Разработка метода представления организационных знаний в виде системно-объектных графоаналитических моделей. Разрабатывается способ представления традиционных моделей знаний в терминах «Узел-Функция-Объект», путем адаптации системно-объектного УФО-подхода к требованиям моделей ОЗ. Для этого используются возможности традиционных моделей знаний с точки зрения их соответствия отдельным элементам ОЗ.

С точки зрения семантической модели знаний (ее возможностей описывать структурные характеристики ОЗ), понятия и отношения между ними естественным образом представляются в терминах УФО-подхода, так как любая УФО-модель, так же как и семантическая сеть, представляет собой граф (рис. 1), вершинами которого являются УФО-элементы (понятия), а дуги – связи между ними (отношения между понятиями). При этом можно рассматривать отдельный узел как подсеть (т.е. расширенную семантическую сеть).

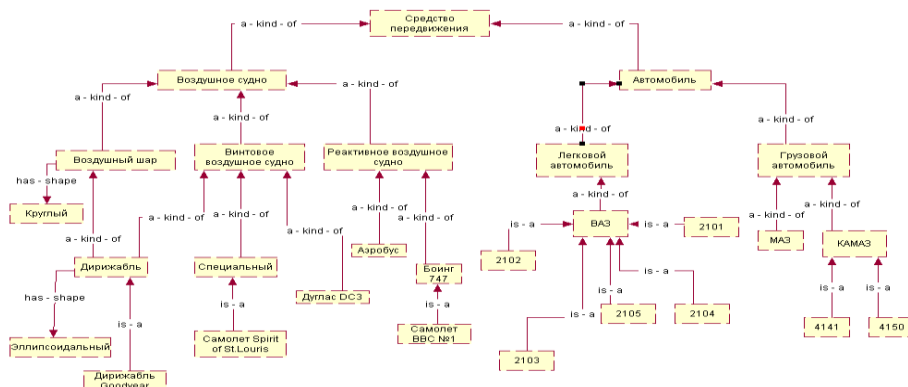


Рисунок 1 – Семантическая сеть в терминах УФО-подхода

Основой механизма логического вывода в данном случае будет движение по дугам и нахождение перекрестков связей (или подграфа).

С точки зрения продукционной модели знаний (ее возможности описывать функциональные характеристики ОЗ), правило А->В эквивалентно некоторой функции $F(A)=B$, которую в терминах УФО-подхода можно описать с помощью соответствующего функционального узла. База правил (база знаний) создается в рамках функционального узла более высокого яруса иерархии в соответствии с областью применения ядра, представляющие собой компонент полного описания продукции (рис. 2).

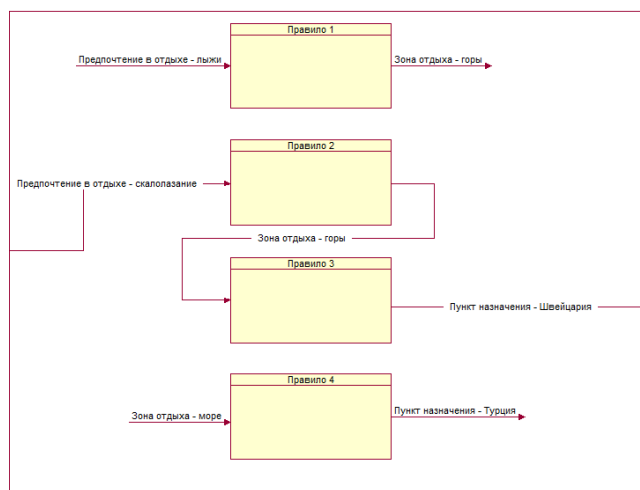


Рисунок 2 – База правил в терминах УФО-подхода

В результате работы алгоритма вывода образуется цепочка логических вычислений в виде последовательности функциональных узлов, последние из которых и будет результатом вывода в данной базе знаний. С точки зрения реализации алгоритма, он основан на выполнении двух операций: поиска связей и соединения двух связей в одну.

С точки зрения фреймовой модели знаний (ее возможности описывать объектные характеристики ОЗ), фрейм, как структуру данных, можно рассматривать как узел и объект УФО-элемента, а слоты фрейма, как функции узла УФО-элемента (рис. 3).

Анализ результатов адаптации УФО-подхода к описанию структурных, функциональных и объектных характеристик ОЗ на примерах представления традиционных моделей знаний в терминах «Узел-Функция-Объект» показывает, что УФО-модель организационной системы (или ОЗ) может выступать в качестве и сетевой, и продукционной, и фреймовой моделей. Это позволяет рассматривать УФО-подход к представлению ОЗ как интегральный системно-объектный метод представления знаний (СОМПЗ), который интегрирует и логическую, и структурную, и процедурную парадигмы представления знаний.

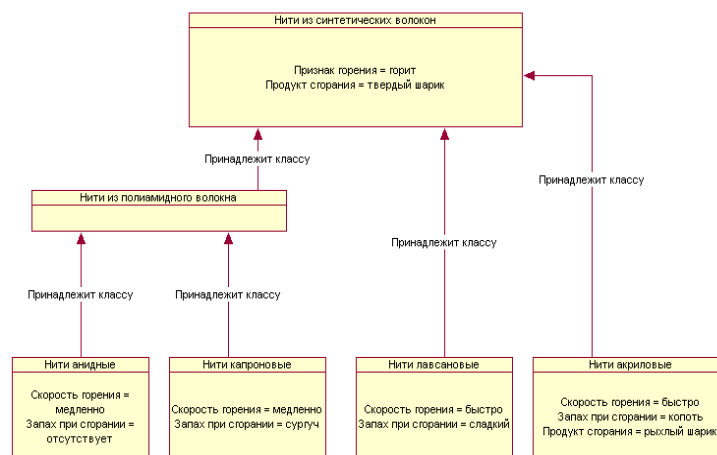


Рисунок 3 – Фреймовая модель в терминах УФО-подхода

Параграф 3.2. Разработка средств формализации системно-объектного метода представления знаний. Как было показано выше СОМПЗ позволяет (и должен) описывать структурные, функциональные и субстанциальные характеристики ОЗ, так как представляет собой структурированный набор УФО-элементов (т.е. УФО-модель ОЗ). Для обеспечения автоматизированной обработки моделей ОЗ и обеспечения вывода на них, необходима формализация СОМПЗ с учетом названных характеристик.

Для формализации СОМПЗ с точки зрения структурных характеристик ОЗ применена теория графов. Рассмотрим пример модели, представленный на рисунке 4.

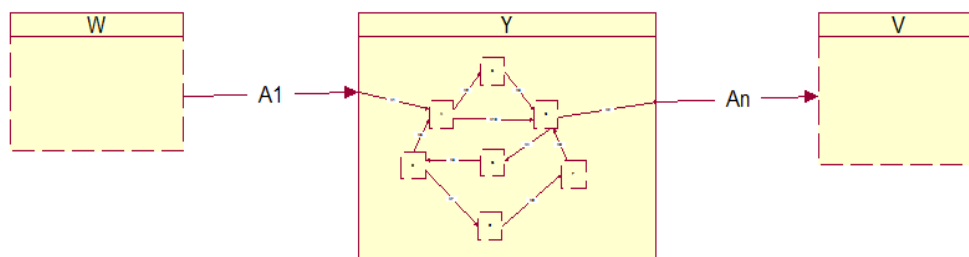


Рисунок 4 – Графическое представление абстрактной СОМПЗ

Компоненты модели имеют следующее формальное описание:

$$\mathbf{G(L,M)} \quad (1)$$

$$\mathbf{L}=\{\mathbf{W,Y,V}\} \quad (2)$$

$$\mathbf{M}=\{\mathbf{A1,An}\} \quad (3)$$

$$\mathbf{A1}=\{\mathbf{W,Y}\}, \mathbf{An}=\{\mathbf{Y,V}\} \quad (4)$$

Декомпозиция элемента \mathbf{Y} представляет собой подграф графа \mathbf{G} .

Применение теории графов позволяет использовать формальные операции для обработки структурных характеристик ОЗ. Данные операции формально (в рамках теории графов) представляют собою, соответственно: *добавление/удаление ориентированного ребра (связи) и добавление/удаление вершины графа (узла)*.

Для формализации СОМПЗ с точки зрения функциональных характеристик ОЗ применено исчисление процессов (CCS) Милнера. Для чего в УФО-подход введено **исчисление функций** по аналогии с исчислением процессов. Функция \mathbf{F} УФО-элемента (по аналогии с процессом \mathbf{P} в CCS) есть тройка:

$$(\mathbf{S}, \mathbf{S}^0, \mathbf{R}), \quad (5)$$

где \mathbf{S} – множество подпроцессов процесса, соответствующего функции \mathbf{F} , $\mathbf{S}^0 \subset \mathbf{S}$ – множество интерфейсных подпроцессов (причем $\mathbf{S}^0 = \mathbf{S} \cap \mathbf{S}!$), \mathbf{R} – множество переходов в множестве \mathbf{S} , осуществляемых путем передачи, ввода и вывода объектов: $\mathbf{s}_i \xrightarrow{\alpha\tau_y} \mathbf{s}_j$. Иными словами, по аналогии с исчислением процессов рассматривается размеченная система переходов (\mathbf{S}, \mathbf{R}) над множеством потоков $\mathbf{Act(F)}$. Элементы множества $\mathbf{Act(F)}$ потоков (входных

$\alpha?$, выходных $\alpha!$, внутренних $\alpha\tau$), соответствующего множеству действий в исчислении процессов, также интерпретируются как ввод, вывод или передача объекта с именем потока. При этом в данном случае используются только внутренние потоки $\alpha\tau$, так как внешние (входными и выходными) потоки относятся к структурной характеристике узла.

Формальное представление функции УФО-элемента позволяет использовать понятия и операции исчисления процессов для математического описания функциональных характеристик ОЗ (с точки зрения СОМПЗ). Основы такого описания представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Формальные основы исчисления функций

Исчисление процессов (CCS)	Исчисление функций (УФО-подход)
Пустой процесс: $NIL = (\{s0\}, s0, \emptyset) = 0$	Пустая (нулевая) функция: $(\{s0 \in S\}, \{s0 \in S^0\}, \emptyset) = F^0$
Трасса (протокол) процесса P: последовательность элементов $a1, a2, \dots$ множества действий $Act(P)$, для которой существует последовательность состояний $s0, s1, s2, \dots$ такая, что для любого i : $si \xrightarrow{a_{i+1}} si+1$.	Трасса (протокол) функции F: последовательность элементов $a1, a2, \dots$ множества потоков $Act(F)$, для которой существует последовательность подпроцессов $s0, s1, s2, \dots$ такая, что для любого i : $si \xrightarrow{a_{i+1}} si+1$ (только для $\alpha\tau$).
Префиксное действие: $\alpha.P = (S \cup \{s0' \notin S\}, s0', R \cup \{s0', \alpha, s0\})$	Префиксное действие: $s?.F = (S \cup \{s? \notin S\}, \{s? \in S^0\}, R \cup \{s?, \alpha\tau, \{si \in S\}\})$ Постфиксное действие: $s!.F = (S \cup \{s! \notin S\}, \{s! \in S^0\}, R \cup \{\{si \in S\}, \alpha\tau, s!\})$
Альтернативная композиция: $P1+P2 = (S1 \cup S2 \cup \{s0' \notin S1 \cup S2\}, s0', R1 \cup R2 \cup \{s0', \alpha, s1 \in R1\} \cup \{s0', \alpha, s2 \in R2\})$	Альтернативная композиция по входу: $F1+F2 = (S1 \cup S2 \cup \{s0' \notin S1 \cup S2\}, \{s0' \in S^?\}, R1 \cup R2 \cup \{s0', \alpha, s1 \in R1\} \cup \{s0', \alpha, s2 \in R2\})$ Альтернативная композиция по выходу: $s!(F1+F2) = (S1 \cup S2 \cup \{s! \notin S1 \cup S2\}, \{s! \in S1! \cup S2!\}, R1 \cup R2 \cup \{s1 \in S1, \alpha1, s!\} \cup \{s2 \in S2, \alpha2, s!\})$

Представленные выше операции префиксного действия, постфиксного действия (введенная впервые) и альтернативной композиции, а также другие операции, аналогичные операциям исчисления процессов, могут быть уточнены или расширены с учетом того, что УФО-элемент является, в первую очередь, графическим формализмом. При этом, в соответствии с исчислением функций (в рамках УФО-подхода), любому УФО-элементу соответствует процессный граф, описывающий его функциональность. Таким образом, используя теорию графов, можно описать операции, представленные в таблице, на более низком уровне как комбинации

упомянутых выше операций теории графов, что позволяет интегрировать рассмотренные формальные средства.

Для формализации СОМПЗ с точки зрения объектных характеристик ОЗ применено исчисление объектов Абади/Карделли. Для чего, в первую очередь, усовершенствовано алгебраическое представление системы в виде УФО-элемента путем интеграции алгебраических средств исчисления объектов и исчисления процессов. При этом в исчисление объектов введен особый класс объектов \mathbf{G} со специальными полями и методами:

$$\mathbf{G} = [l?_i = \mathbf{a}^?_i; l!_j = \mathbf{a}^!_j; l_n = F(l?_i)l!_j; l_m = \mathbf{b}_m], \quad (6)$$

где:

- $l?_i$ – поле объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит значение входного потока $\mathbf{a}^?_i$ и, соответственно, имеет такой же тип данных;
- $l!_j$ - поле объекта (может представлять собой набор или множество) которое содержит значения выходного потока $\mathbf{a}^!_j$ и имеет такой же тип данных;
- l_n – метод объекта (может представлять собой набор или множество), преобразующий входные потоки узла в выходные.
- l_m – поле объекта (может представлять собой набор или множество), которое содержит основные характеристики данного объект (\mathbf{b}_m).

Объект \mathbf{G} , таким образом, представляет собой сущность, которая за счет своей функциональности (методов) преобразует входные потоки в выходные. Нетрудно видеть, что в формуле 6 учтены и структурная, и процессная, и субстанциальная характеристики объекта, что хорошо видно также на рисунке 6. Действительно, во-первых, имена полей $l?_i$ и $l!_j$ могут рассматриваться как имена потоков, связывающих УФО-элемент с другими элементами, т.е. как его структурная характеристика. Во-вторых, метод $l_n = F(l?_i)l!_j$ представляет собой его процессную (функциональную) характеристику и формально может быть описан по аналогии с CCS средствами введенного выше исчисления функций. Это позволяет использовать для методов операции над функциями: префиксное действие, постфиксное действие и альтернативная композиция, представленные ранее.

В-третьих, поле $l_m = \mathbf{b}_m$, а также значения входных и выходных потоков $\mathbf{a}^?_i$ и $\mathbf{a}^!_j$ представляют собой объектную характеристику данного УФО-элемента. Следовательно, формула 6 может рассматриваться как **новый способ формального описания систем как УФО-элементов.**

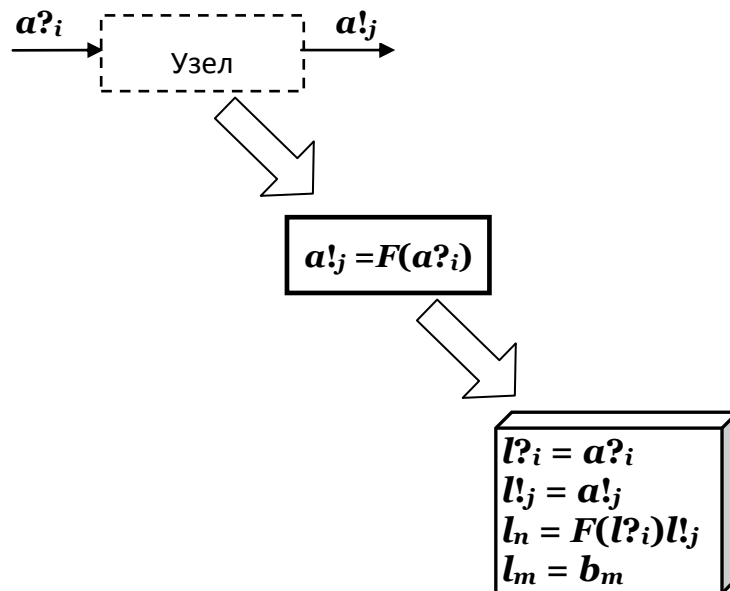


Рисунок 6 – УФО-элемент как особый класс объектов

При этом, если соответствующий объекту **G** УФО-элемент рассматривается без учета декомпозиции (на контекстном уровне), то метод объекта описывается «нулевой функцией» F^0 , тело которой может быть представлено только в виде формулы или алгоритма, но не в виде УФО-диаграммы.

Далее в терминологию УФО-подхода и исчисления объектов введено понятие «поточный объект», которое дополняет существующее понятие об объекте, реализующем функциональный узел в рамках УФО-элемента. Т.е. рассматривается два вида объектов: **узловой объект** в рамках УФО-элемента (будем далее обозначать заглавными латинскими буквами; например, рассмотренный выше объект **G**) и **поточный объект** в рамках потока\связи (будем далее обозначать строчными латинскими буквами).

Поточный объект можно представить как объект, обладающий набором полей, содержащих только основные характеристики объекта, т.е. методы, а также входы, выходы объекта в данном случае не учитываются. Такой объект формально средствами исчисления объектов представляется с помощью следующего выражения:

$$\mathbf{a}_i = [\mathbf{l}_j = \mathbf{b}_j], \quad (7)$$

где: \mathbf{a}_i – поточный объект с именем **a**; $\mathbf{l}_j = \mathbf{b}_j$ – поля поточного объекта с некоторыми значениями \mathbf{b}_j .

Если для хранения и обработки организационных знаний использовать СОМПЗ, то с учетом представленного выше формального описания УФО-элементов можно предложить механизм манипулирование этими знаниями, в частности вывод на них. Вывод на ОЗ обеспечивается путем организации цепочки вызовов методов узловых объектов со стороны соответствующих поточных объектов. Цепочка организуется на уровне декомпозиции УФО-элемента, метод объекта которого не принимает вид «нулевой функции».

Вызов метода узлового объекта формально записывается следующим образом:

$$G.l_n \rightarrow l_j \{l_i \mapsto G\} \quad (8)$$

Подобный вызов метода (например, метода l_n) узлового объекта (например, объекта G) будет иметь место в том случае, если на вход узлового объекта поступает поток, наименование объектов которого (поточковых) совпадает со значением поля узлового объекта, которое содержит значение входных поточковых объектов (например, поля l_i).

Старт процедуры логического вывода осуществляется путем инициализации некоторого контекстного поточкового объекта, после чего значение контекстного поточкового объекта попадает в соответствующее поле интерфейсного узлового объекта, после чего вызывается метод этого узлового объекта, который выполнив некоторые действия, вызывает метод следующего узлового объекта и так пока не достигается конец модели. Формально с учетом описания УФО-элементов средствами исчисления объектов упомянутая процедура вывода может быть представлена следующим образом:

$$\begin{aligned} a_i = [l_m = b_m]: a_i = a?_i = l?_i \rightarrow G_k.l_n \rightarrow l!_j \{l?_i \mapsto G_k\} \rightarrow a_{i+1} = [l_{m+1} = b_{m+1}]: a_{i+1} = \\ a?_{i+1} = l?_{i+1} \rightarrow G_{k+1}.l_{n+1} \rightarrow l!_{j+1} \{l?_{i+1} \mapsto G_{k+1}\} \rightarrow a_{i+2} = [l_{m+2} = b_{m+2}]: a_{i+2} = a?_{i+2} = \\ l?_{i+2} \rightarrow G_{k+2}.l_{n+2} \rightarrow l!_{j+2} \{l?_{i+2} \mapsto G_{k+2}\} \rightarrow a_{i+3} = [l_{m+3} = b_{m+3}]: \dots \end{aligned} \quad (9)$$

Организация цепочки вызовов методов узловых объектов со стороны поточковых объектов аналогична определению трассы (протокола) функции, по аналогии с трассой (протоколом) процесса в CCS. Если $l?_i^{i \in 1..n} = a_i^{i \in 1..n}$, то можно организовать следующую цепочку вызовов в рамках некоторого УФО-элемента, для которого $a_i^{i \in 1..n} \in \alpha\tau$:

$$\xrightarrow{a_i} F(l?_i)l!_j \xrightarrow{a_{i+1}} F(l?_{i+1})l!_{j+1} \xrightarrow{a_{i+2}} F(l?_{i+2})l!_{j+2} \xrightarrow{a_{i+3}} \dots \quad (10)$$

Представленные выражения можно рассматривать как формальное описание механизма вывода знаний в рамках СОМПЗ.

Параграф 3.3. Разработка алгоритма СОМПЗ. Весь процесс построения модели знаний в терминах СОМПЗ (в соответствии с алгоритмом УФО-анализа) можно поделить на несколько этапов:

1. Построение иерархии поточковых объектов (аналогично процедуре построения иерархии связей в УФО-анализе);
2. Разработка моделей организационно-деловых и производственно-технологических процессов (аналогично построению УФО-модели);
3. Описание конечных методов узловых объектов с применением скриптового языка;
4. Использование модели (осуществление логического вывода на модели).

Для построения иерархии поточковых объектов, необходимо выделить в рассматриваемой предметной области интересующие объекты, которые перерабатываются процессами организационной системы, такими объектами могут быть документы, материалы, люди, деньги и т.п. Поточковые объекты

описываются в виде (9). Имея иерархию потоковых объектов с необходимыми характеристиками, можно приступить к разработке моделей организационно-деловых и производственно-технологических процессов в которых перерабатываются потоковые объекты. Для этого необходимо выделить узлы организационной системы (перекрестки потоковых объектов). На данном этапе необходимо выделить узловыe объекты потоковой модели. Узловыми объектами могут быть, например люди, которые реализуют функционал узла модели, так же в роли узловых объектов может выступать оборудование или различные технологические комплексы. Узловыe объекты модели реализуются в виде (5). Далее необходимо описать конечные методы узловых объектов, используя скриптовый язык. Т.е, если метод объекта не содержит узлов нижнего уровня, тогда в него записываются конкретные математические или логические действия над входными объектами. Графически алгоритм моделирования знаний с применением СОМПЗ показан на рисунке 7.

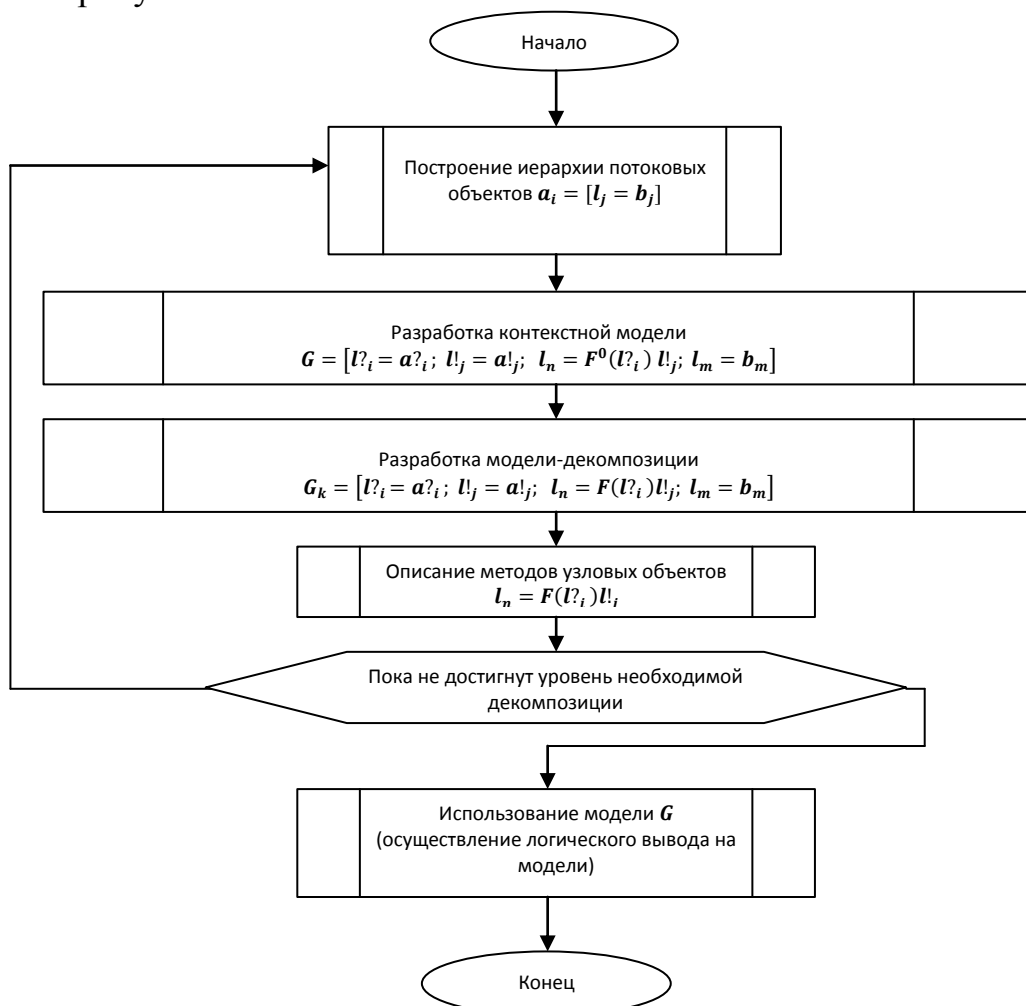


Рисунок 7 – Алгоритм моделирования знаний с применением СОМПЗ

Параграф 3.4. Разработка формализованного метода и алгоритма вывода на системно-объектных графоаналитических моделях организационных знаний, представляемых средствами СОМПЗ. Ниже

представлен алгоритм логического вывода на моделях СОМПЗ, т.е. алгоритм последнего блока на рисунке 7.

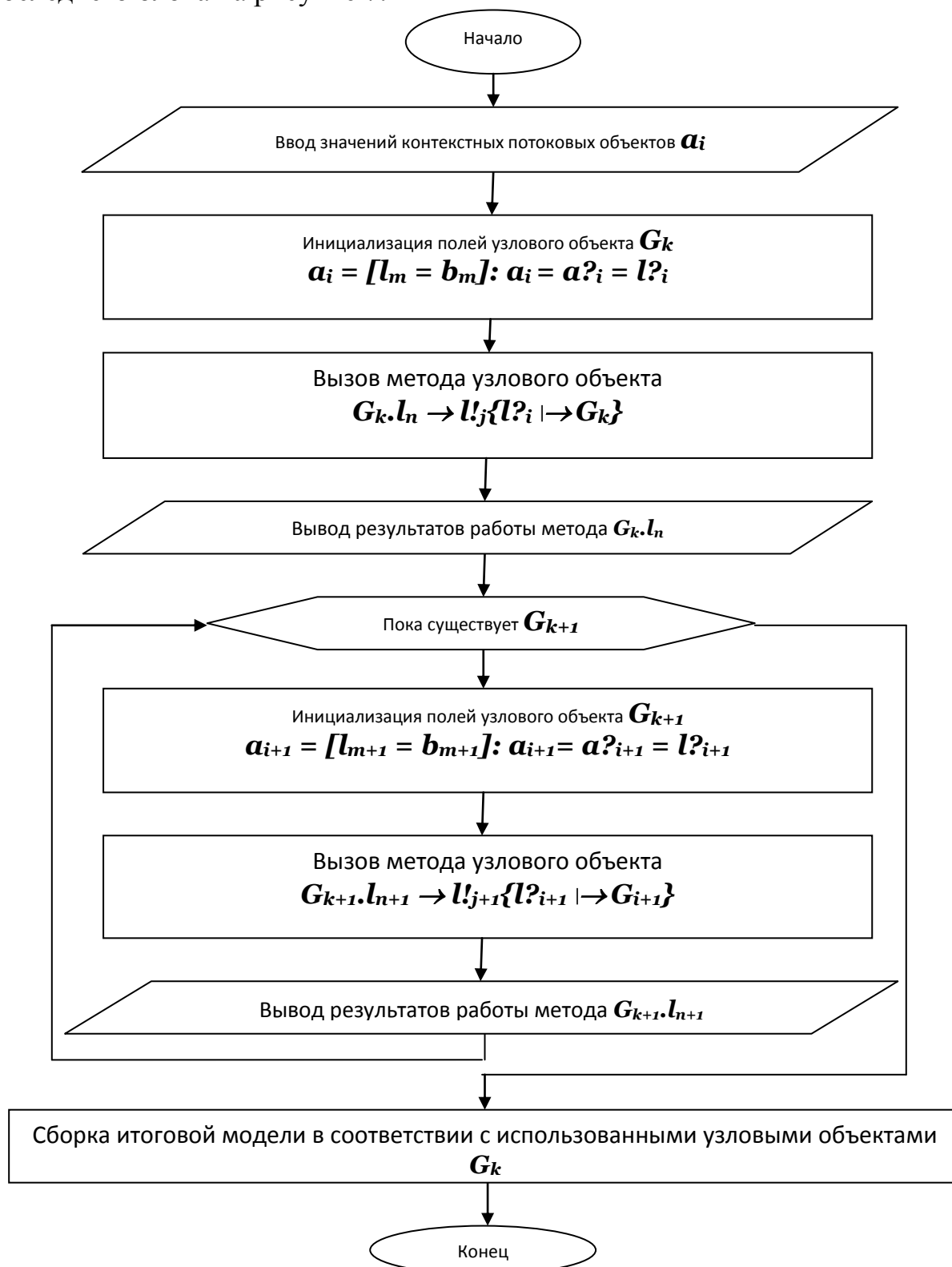


Рисунок 8 – Алгоритм логического вывода на моделях СОМПЗ

Параграф 3.5. Выводы по главе.

Глава 4. Апробация предлагаемого системно-объектного метода представления организационных знаний. Раздел посвящен применению описанного ранее системно-объектного метода представления

организационных знаний в области агротехнической деятельности. Рассматривается моделирование производственно-технологических процессов по переработке и хранению зерновых на примере ОАО «Прохоровский элеватор». Построена соответствующая модель по предложенному ранее алгоритму, которая показала свою работоспособность и практическую полезность, чему свидетельствуют акты о внедрении результатов диссертационного исследования, показанные в приложении Б.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертационной работы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Теоретически обоснован и разработан оригинальный метод представления и обработки организационных знаний в компьютерных системах, который объединяет возможности традиционных методов представления знаний и позволяет хранить и обрабатывать как процедурные и декларативные знания, так и процессные и понятийные знания одновременно. Универсальность метода достигнута за счет использования системно-объектной графоаналитической технологии моделирования систем «Узел-Функция-Объект». Применение разработанного системно-объектного метода представления знаний (СОМПЗ) позволяет повысить эффективность процедур управления знаниями в организациях, так как с его помощью можно системно хранить и обрабатывать организационные знания, которые представляются в виде опыта сотрудников об организационно-деловых и производственно-технологических процессах, что не обеспечивается существующими методами представления знаний средствами бизнес-моделирования.

1. Выявлена системная природа организационных знаний, что позволило обосновать выбор и применить системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект» для представления знаний об организационно-деловых и производственно-технологических процессах.

2. Разработан системно-объектный метод и алгоритм представления организационных знаний в виде графоаналитических моделей в терминах «Узел-Функция-Объект» (СОМПЗ).

3. Усовершенствован системно-объектный подход «Узел-Функция-Объект» путем введения основных понятий исчисления функций по аналогии с исчислением процессов и формального описания системы как УФО-элемента за счет интеграции алгебраических средств исчисления объектов и исчисления процессов.

4. Разработан способ алгебраического представления графоаналитических моделей организационных знаний, полученных средствами СОМПЗ, с помощью теории графов, исчисления процессов и исчисления объектов.

5. Разработан формализованный метод и алгоритм вывода на системно-объектных графоаналитических моделях организационных знаний, полученных средствами СОМПЗ.

6. СОМПЗ апробирован путем построения формализованных системно-объектных моделей организационных знаний в области агротехнической деятельности.

В трех Приложениях приведены программные скрипты методов узловых объектов, реализованные в рамках апробации результатов исследования; акты о внедрении результатов диссертационной работы; а так же свидетельства о регистрации компьютерных программ.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах из списка ВАК

1. Маторин, С.И. О развитии технологии графоаналитического моделирования бизнеса с использованием системного подхода «Узел-Функция-Объект» [Текст] / С.И. Маторин, О.А. Зимовец, А.Г. Жихарев // НТИ. Сер. 2. – 2007. – № 11. – С. 1 – 8.

2. Маторин, С.И. Технология информационного обеспечения управления на основе системного подхода «Узел-Функция-Объект» [Текст] / С.И. Маторин, О.А. Зимовец, А.Г. Жихарев // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Информатика и моделирование. № 39. – 2007. – С. 106 – 118.

3. Маторин, С.И. Формализация системно-объектных визуальных моделей сервисной службы телерадиосети [Текст] / С.И. Маторин, О.А. Зимовец, А.Г. Жихарев, С.Н. Трубицин // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2008. – № 17 (57) выпуск 8. – С. 38-47.

4. Маторин, С.И. Семантические аспекты обработки речевых данных [Текст] / Маторин С.И., Жихарев А.Г. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2009. – №9 (64) выпуск №11/1.

5. Маторин, С.И. Формализация бизнеса с помощью графоаналитических моделей [Текст] / С.И. Маторин, М.В. Михелев, А.Г. Жихарев, Н.В. Цоцорина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2009. – № 1 (56) выпуск 9/1. – С. 86-95.

6. Маторин, С.И. Системно-объектное моделирование сервисной службы телевизионной и радиовещательной сети [Текст] / С.И. Маторин, О.А. Зимовец, А.Г. Жихарев, С.Н. Трубицин // Информационные технологии и вычислительные системы – М, 2009.- №3.

7. Жихарев, А.Г. О формализованном методе представления организационных знаний [Текст] / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2010. – № 19 (90) выпуск 16/1.

8. Маторин, С.И. Обеспечение понимания естественного языка средствами электронной вычислительной техники [Текст] / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Электронная вычислительная техника. – 2010. – выпуск 1. – С. 104-117.

9. Жихарев, А.Г. О новом формализованном методе представления организационных знаний средствами вычислительной техники [Текст] / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Электронная вычислительная техника. – 2011. – выпуск 1. – С. 120-131.

10. Жихарев, А.Г. Современные способы представления знаний: проблемы, перспективы развития [Текст] / А.Г. Жихарев, Р.А. Маматов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2011. – № 13 (108) выпуск 19/1. – С. 139-142.

11. Жихарев, А.Г. Метод формализации организационных знаний [Текст] / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – № 2 – С. 12-18.

12. Жихарев, А.Г. О новой технологии представления знаний для систем поддержки принятия решений [Текст] /А.Г. Жихарев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2011. – № 19 (114) выпуск 20/1. – С. 151-156.

13. Жихарев, А.Г. О системно-объектном методе представления организационных знаний [Текст] /А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, Е.М. Маматов, Н.Н. Смородина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 8 (151) выпуск 26/1.

Публикации в научных журналах и сборниках трудов научных конференций

14. Жихарев, А.Г. Организация библиотек в CASE-инструментарии моделирования бизнеса «UFO – toolkit» [Текст] / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». Сб. научных трудов. Ч.3. – Новочеркасск. ЮРГТУ(НПИ). – 2006. – С. 23-28.

15. Жихарев, А.Г. Проектирование средств хранения и систематизации информации в среде «UFO-toolkit» [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы VIII Международной конференции «Кибернетика и высокие технологии XXI века (C&T 2007)». – Том 2. – Воронеж. – 2007. – С. 982-989.

16. Жихарев, А.Г. Разработка способа хранения и систематизации информации в CASE-инструментарии «UFO-toolkit» [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы IX Международной конференции «Кибернетика и высокие технологии XXI века (C&T 2008)». – Том 1. – Воронеж. – 2008. – С. 198-204.

17. Жихарев, А.Г. Решение проблемы компонентного подхода в проектировании бизнеса в среде «UFO-toolkit» [Текст] / А.Г. Жихарев // Сборник научных трудов СГА. – Выпуск № 16. – Белгород. – 2008. – С. 94-100.

18. Жихарев, А.Г. Решение проблемы компонентного подхода в проектировании бизнеса в среде «UFO-toolkit» [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы V всероссийской школы-семинара молодых ученых «Управление большими системами» ЛГТУ. – Липецк. – 2008. – С. 44-49.

19. Жихарев, А.Г. Реализация метода хранения и систематизации информации основанного на классификации UFO-элементов в среде UFO-toolkit [Текст] / А.Г. Жихарев // Сборник студенческих научных работ СНО-2008 г. – Раздел 1. – С. 10-15.

20. Жихарев, А.Г. On the Technology Development of Graphic-Analytical Business Modeling with the Use of the System Approach of “Knot-Function-Object” [Текст] / А.Г. Жихарев, С.И. Маторин, О.А. Зимовец // Automatic Document and Mathematical Linguistics. – New York: Allerton Press, Inc. V.41. – №. 6. – 2007. – С. 242-250.

21. Жихарев, А.Г. Развитие графоаналитического подхода «узел-функция-объект» как способа представления знаний [Текст] / А.Г. Жихарев // Сборник студенческих научных работ СНО-2009 г. – С. 718-722.

22. Жихарев, А.Г. О представлении знаний с помощью графоаналитического подхода «Узел-Функция-Объект» [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы международной научно-технической интернет-конференции «ИСИТ 2011». – Орел. – 2011. – Т. 1. – С. 30-36.

23. Жихарев, А.Г. О представлении знаний с помощью подхода «Узел-Функция-Объект» [Текст] / А.Г. Жихарев // Сборник трудов Второй Международной научно-технической конференции «Компьютерные науки и технологии». – 2011. – С. 206-210.

24. Жихарев, А.Г. Разработка формализованного способа представления организационных знаний на основе технологии «Узел-Функция-Объект» [Текст] / А.Г. Жихарев // Сборник научных работ «Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области информатики и информационных технологий». – Том 2. – 2011. – С. 447 – 456.

25. Жихарев, А.Г. Моделирование системы севооборота средствами нового способа представления знаний «Узел-Функция-Объект» [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Математическое моделирование в технике и технологии». – 2011. – С. 207-209.

26. Жихарев, А.Г. Обзор и анализ традиционных и современных способов моделирования знаний [Текст] / А.Г. Жихарев, И.Н. Брусенская, Е.А. Андриенко // Материалы Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Математическое моделирование в технике и технологии». – 2011. – С. 195-200.

27. Жихарев, А.Г. Разработка норм и правил преобразования узлов, функций и объектов в термины теории графов [Текст] / А.Г. Жихарев, И.Н. Брусенская // Материалы всероссийской молодежной конференции «Теория и практика системного анализа». – Белгород. – 2012. – С. 37-44.

28. Жихарев, А.Г. Системно-объектный способ представления знаний [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы всероссийской молодежной конференции «Теория и практика системного анализа». – Белгород. – 2012. – С. 484-493.

29. Жихарев, А.Г. Разработка алгоритма преобразования графоаналитических моделей в алгебраические [Текст] / А.Г. Жихарев, И.Н. Брусенская // Материалы международной молодежной конференции «Прикладная математика, управление и информатика». – Том 1. – Белгород. – 2012. – С. 37-44.

30. Жихарев, А.Г. Проектирование программного модуля формализации УФО-моделей [Текст] / А.Г. Жихарев, И.Н. Брусенская // Материалы двенадцатой международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». – Воронеж. – 2012.

31. Жихарев, А.Г. Разработка системы поддержки принятия решений для выбора наилучших условий выращивания сельскохозяйственных культур [Текст] / А.Г. Жихарев, Т.Ю. Рыбкина // Материалы двенадцатой международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». – Воронеж. – 2012.

32. Жихарев, А.Г. Современные информационные технологии хранения, обработки и представления знаний [Текст] / А.Г. Жихарев // Материалы международной молодежной конференции «Прикладная математика, управление и информатика». – Т. 2. – Белгород. – 2012. – С. 92-97.

33. Жихарев, А.Г. Представление динамической модели средствами УФО – подхода [Текст] / А.Г. Жихарев, С.И. Маторин // Материалы Международной научно-практической конференции "Современные проблемы моделирования социально-экономических систем". – Харьков. – 2013. – С. 356.

34. Жихарев, А.Г. О новом графоаналитическом методе имитационного моделирования [Текст] / А.Г. Жихарев, С.И. Маторин // Материалы научно-технической конференции «Кибернетика и высокие технологии 21 века» (С&Т*2013). – 2013. – С. 404.

35. Жихарев, А.Г. Имитационное моделирование средствами системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект» [Текст] / А.Г. Жихарев, С.И. Маторин // Материалы третьей международной научно-технической конференции «Современные направления развития информационно-коммуникационных технологий и средств управления». – Харьков. – 2013. – С. 15.

Программы для ЭВМ

36. Свидетельство о государственной регистрации для программы для ЭВМ № 2008614933 «Средство хранения и систематизации знаний, представляемых с помощью подхода «Узел-Функция-Объект» («UFO-library»)), авторы: С.И. Маторин, А.Г. Жихарев 13 октября 2008 г.

37. Свидетельство о государственной регистрации для программы для ЭВМ № 2010615796 «Инструментально программное средство анализа, моделирования и проектирования сложных систем («UFO-toolkit 0.5.01»)), авторы: С.И. Маторин, А.Г. Жихарев, В.С. Маторин, А.С. Попов 07 сентября 2010 г.

Подписано в печать 27.08.2013. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 311.
Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в ИД «Белгород» НИУ «БелГУ»
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

