

УДК 004.82

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.И. Лахин, Ю.С. Юрыгина, А.С. Анисимов

*ООО «НПК «Разумные решения», Самара, Россия
info@smartsolutions-123.ru*

Аннотация

Актуальной проблемой ракетно-космической промышленности является повышение эффективности использования накопленных знаний в виде разнородных документов, описывающих результаты интеллектуальной деятельности. Для решения этой задачи предлагается использовать систему управления знаниями предприятий ракетно-космической промышленности, построенной на основе новых технологий. Новизна заключается в использовании онтологии доменов (Semantic Web) и «мультиагентного Интернета» в качестве интеллектуальной базы для управления знаниями предприятий ракетно-космической промышленности и всей отрасли. В работе проведён анализ и сравнение доступных онтологических редакторов, отмечены их достоинства и недостатки. Рассмотрен пример использования предлагаемого подхода для описания онтологии, а также представлен механизм создания семантического дескриптора на базе конструкторской и эксплуатационной документации на изделие. Результатом являются разработанные методы и средства для построения систем управления знаниями. Практическое использование системы управления знаниями позволит улучшить эффективность повторного использования результатов интеллектуальной деятельности, повысить производительность работы специалистов предприятий ракетно-космической промышленности за счёт семантизации накопленного материала, а также смысловую поддержку процессов коммуникации и взаимодействия специалистов и экспертов отрасли.

Ключевые слова: *корпоративные знания, интеллектуальная собственность, инновации, управление знаниями, предметные онтологии, мультиагентные технологии.*

Цитирование: *Лахин, О.И.* Принципы построения системы управления знаниями предприятий ракетно-космической промышленности / О.И. Лахин, Ю.С. Юрыгина, А.С. Анисимов // Онтология проектирования. – 2017. – Т. 7, №3(25). – С.270-283. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-270-283.

Введение

Задача повышения эффективности использования накопленных знаний и инноваций является одной из ключевых как для предприятий ракетно-космической промышленности (РКП), так и многих других отраслей. Увеличение сложности решаемых задач на современных предприятиях РКП, высокая динамика изменений сложных проектов, постоянное повышение требований заказчика в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ к срокам реализации проектов и подтверждению стоимостных показателей заставляют искать новые подходы к повышению эффективности выполнения работ [1].

Деятельность отдельных сотрудников, коллективов и организаций сейчас всё в большей степени зависит от имеющейся у них информации и способности эффективно использовать её. В реалиях современного мира РКП является сложной закрытой системой со своими специфическими задачами и проблемами. Это обуславливает, с одной стороны, громадный объём информации и знаний, уже существующих и используемых специалистами отрасли, а с другой стороны, скорость развития технологий и производства требует от предприятий РКП усовершенствования различных внутренних процессов за счёт притока новых знаний и агрегации уже имеющегося опыта. Существующее противоречие между закрытостью отрасли и

необходимостью сохранения и пополнения интеллектуальных ресурсов порождает потребность в единой общедоступной расширяемой базе знаний РКП.

Постоянное возрастание объёмов новых, порой неструктурированных знаний, которые, в лучшем случае, хранятся в электронном виде в различных источниках, но часто являются просто накопленными знаниями в головах специалистов, усложняет задачу поиска и работы с этой информацией, что подтверждает актуальность поставленной задачи по сбору и структурированию данных в единую базу.

Для решения описанных выше потребностей предприятий РКП в настоящей работе предлагается создание системы управления знаниями (СУЗ) предприятий РКП для построения корпоративной сети управления знаниями, содержащимися в технической документации разработчиков, в патентах, в публикациях и других результатах интеллектуальной деятельности. При этом на основе СУЗ будет обеспечена поддержка управления жизненным циклом инноваций: от начальной формулировки новой идеи, формирования творческой команды участников проекта и его соисполнителей для подготовки первого предложения – до поиска заказчиков, источников финансирования и промышленной реализации новой продукции.

В качестве методической основы создания СУЗ, которая должна удовлетворять перспективному видению Industry 5.0 (на основе умного Интернета людей и вещей), предлагается применить теорию сложных систем, сетецентрический подход, базы знаний и мультиагентные технологии для использования фундаментальных принципов самоорганизации и эволюции при управлении знаниями и инновациями [2].

Пользователями СУЗ смогут стать предприятия РКП, высшие учебные заведения и учреждения академии наук, крупные, средние и малые инновационные технологические компании, венчурные фонды, фонды перспективных исследований, банки, страховые компании и т.д. При этом пользователям СУЗ будет обеспечена смысловая поддержка процессов коммуникации и взаимодействия, что позволит преодолевать барьеры между предприятиями за счёт формирования единой базы знаний отрасли и открытого для всех предприятий активного экспертного сообщества.

Основным результатом создания СУЗ станет повышение эффективности использования знаний при выполнении проектов НИОКР на предприятиях РКП и принятия решений по управлению ресурсами в инновационных проектах.

1 Обзор инструментов для работы с онтологиями

Известно, что одним из достоинств применения онтологии является наличие инструментального программного обеспечения, предоставляющего общую доменно-независимую поддержку онтологического анализа. Существует целый ряд инструментов такого рода, поддерживающих редактирование, визуализацию, документирование, импорт и экспорт онтологий разных форматов, их представление, объединение, сравнение.

Наиболее популярными инструментами являются: Protégé; DOE; OntoEdit; OilEd; WebOnto; FluentEditor; PalantirGotham. Рассмотрим их подробнее.

Protégé – локальная Java программа, предназначенная для построения (создания, редактирования и просмотра) онтологий моделей прикладной области. Protégé включает редактор онтологий, позволяющий проектировать онтологии, разворачивая иерархическую структуру абстрактных или конкретных классов и слотов. Структура онтологии аналогична иерархической структуре каталога. Первые версии Protégé были основаны на фреймовой модели представления знания ОКВС (Open Knowledge Base Connectivity). На основе сформированной онтологии Protégé позволяет генерировать формы получения знаний для введения экземпляров классов и подклассов. Инструмент поддерживает использование языка OWL (Web Ontology

Language) и позволяет генерировать html-документы, отображающие структуру онтологий. Использование фреймовой модели представления знаний ОКВС позволяет адаптировать инструмент и для редактирования моделей предметных областей (ПрО), представленных не в OWL, а в других форматах (UML, XML, SHOE, DAML+OIL, RDF, RDFS и т. п.). Последняя версия Protégé основана на использовании семантических сетей для описания онтологий.

Редактор *Protégé-OWL* – позволяет пользователям строить онтологии для семантической паутины, в частности, на OWL. OWL-онтология может включать описания классов, свойств и их экземпляров. Предоставляя такую онтологию, формальная семантика OWL определяет, как получать логические следствия, т.е. факты, которые не присутствуют непосредственно в онтологии, но могут быть выведены из существующих. Эти выводы могут быть основаны на одном документе или на множестве распределённых документов, которые были объединены с использованием определённых механизмов OWL [3].

DOE (от англ. Differential Ontology Editor) – простой редактор, который позволяет пользователю создавать онтологии. Процесс спецификации онтологии состоит из трёх этапов. На первом этапе пользователь строит таксономию понятий и отношений, явным образом очерчивая позицию каждого элемента (понятия) в иерархии. Затем пользователь указывает, в чём специфика понятия относительно его «родителя» и в чём это понятие подобно или отлично от его «братьев». В результате этих процедур получается подробное описание понятий и их определений. Наряду с построением деревьев понятий на данном этапе формируются и деревья отношений. В рамках этого шага предполагается также добавление дополнительной лингвоспецифичной информации (для конкретного языка: предпочтительный термин, энциклопедическое определение, синонимы). Результатом описанных действий является создание так называемой дифференциальной онтологии. На следующем этапе разработчики, пользующиеся DOE, получают возможность сформировать ещё одну, так называемую референциальную онтологию, в которую включаются отдельные экземпляры, дополняются и конкретизируются отношения. Описанной методологии подчинено создание онтологий в рамках DOE и на этих же принципах базируется весь инструмент: его структура и интерфейс [4].

OntoEdit – автономное Java-приложение, которое выполняет проверку, просмотр, кодирование и модификацию онтологий. К достоинствам инструмента можно отнести удобство использования, методологию разработки онтологии с помощью процесса логического вывода, возможность разработки аксиом, возможность расширения посредством плагинов, поддержку различных языков представления (Flogic, включая машину вывода, OIL, расширение RDFS и внутреннюю, основанную на XML, сериализацию модели онтологии при использовании OXML), а также очень хорошую документацию.

OilEd – автономный графический редактор онтологий. Инструмент основан на языке OIL (OSEK Implementation Language) (в перспективе – адаптация для OWL), который сочетает в себе фреймовую структуру и выразительность дескриптивной логики с сервисами рассуждения, что обеспечивает понятный и интуитивный стиль интерфейса пользователя, а также преимущества поддержки рассуждения (обнаружение логически противоречивых классов и скрытых отношений подкласса). Из недостатков можно выделить отсутствие поддержки экземпляров.

WebOnto – онтологический редактор, разработанный для Tadzebao – инструмента исследования онтологий, предназначен для поддержки совместного просмотра, создания и редактирования онтологий. Для моделирования онтологий WebOnto использует язык OCML (Operational Conceptual Modeling Language). В WebOnto пользователь может графически создавать структуры, включая классы с множественным наследованием. Инструмент проверяет вновь вводимые данные с помощью контроля целостности кода OCML. Инструмент имеет ряд полезных возможностей: сохранение структурных диаграмм, отдельный просмотр от-

ношений, классов, правил, совместную работу нескольких пользователей над онтологией, использование диаграмм, функций передачи и приёма и др.

FluentEditor – является комплексным инструментом для редактирования и обработки сложных онтологий, в основе которого лежит контролируемый естественный язык (Controlled Natural Language, CNL). Данный редактор обеспечивает дружественный интерфейс для пользователей, не знакомых с принципами XML, и создаёт комфортные условия для создания онтологий, что заметно отличает его от других редакторов. Можно выделить следующие основные возможности *FluentEditor*:

- создание онтологий путём записи выражений на естественном языке (используется английский, но возможна русификация);
- импорт/экспорт онтологий в формат OWL;
- поддержка обращений к внешним онтологиям;
- поддержка модальных выражений (ограничения, налагаемые на элементы модели);
- встроенный вычислитель логических выражений – reasoner;
- реализована поддержка семантических конструкций, соответствующих стандарту ISO 15926;
- возможность работы в составе семантического фреймворка Ontorion.

Главное достоинство *FluentEditor* состоит в том, что при составлении модели данных, которыми будут обмениваться информационные системы, не нужно знать синтаксис OWL, т.к. моделирование происходит на естественном языке [5].

Компания Cognitum также представляет решение более высокого уровня – семантический фреймворк Ontorion, облачное, масштабируемое решение для хранения больших онтологий и управления ими. Основные возможности фреймворка Ontorion:

- полная поддержка OWL2/SWRL;
- поддержка логики OWL-DL и OWL-EL;
- совместимость с OWL API, что позволяет использовать его в сотрудничестве с другими инструментами;
- поддержка контролируемого естественного языка (CNL);
- встроенный вычислитель логических выражений (reasoner);
- размещение в облаке (Windows Azure / Cassandra; возможно размещение на платформе Linux);
- поддержка совместной работы над онтологиями по алгоритму систем контроля версий (update/commit);
- настройка прав доступа, аудит безопасности;
- масштабируемость, высокая производительность и безопасность;
- совместимость с Linked Data и с Solr/Lucene;
- встроенный механизм мэппинга онтологий [6].

PalantirGotham – гибкая, объектно-ориентированная модель данных, включающая в себя динамическую онтологию – средство, с помощью которого данные из нескольких источников трансформируются из исходных форматов хранения в объекты данных и связанных с ними свойств, которые представляют собой реальные объекты в мире – людей, места, вещи, события, а также связи между ними [7]. Ввиду субъективного взгляда и высоких темпов изменения объектов и событий внешнего мира, существует потребность в динамической онтологии, способной удовлетворить данным требованиям.

Онтология Palantir является промежуточным звеном между обобщёнными (nosemantic) и узкоспециализированными (over-defined semantic) онтологиями, имея в своей основе три типа жесткозакреплённых понятий: объект, признак и взаимоотношение. Объекты жёстко подразделяются на документы, сущности и события [8]. По мере адаптации к конкретной Про

элементы онтологии могут быть добавлены/удалены/отредактированы. Используемая унифицированная модель данных значительно упрощает и сокращает процесс интеграции данных.

Однако, несмотря на преимущества существующих программных инструментов для работы с онтологиями, с их помощью нельзя построить предлагаемую СУЗ, которая должна обеспечить решение следующих функциональных задач:

- формировать ключевые классы понятий и отношений онтологии ПрО;
- пополнять базу знаний объектами ПрО с помощью описания их семантических дескрипторов, построенных на основе понятий и отношений онтологии;
- специфицировать с помощью семантических дескрипторов пользовательские запросы для получения желаемых материалов;
- выполнять поиск на основе матчинга между собой семантических дескрипторов документов и профилей пользователей на внутреннем виртуальном рынке СУЗ;
- динамически (адаптивно по событиям) перестраивать связи между информационными объектами и пользователями;
- описывать бизнес-процессы для решения различных задач;
- моделировать и поддерживать взаимодействие специалистов и экспертов в потоке событий, связанных с поступлением новых материалов и изменением их рейтинга;
- сохранять версии формирующейся сети материалов и пользователей в специальном хранилище данных;
- визуализировать и анализировать сеть знаний для выявления наиболее востребованных материалов.

Для решения поставленных задач перед СУЗ предприятий РКП предлагается её построение на основе использования предметных онтологий и мультиагентных технологий.

2 Принципы построения СУЗ

В основе предлагаемого подхода для построения СУЗ лежит использование предметных онтологий и мультиагентных технологий. Онтология используется для создания баз знаний, которые позволяют систематизировать, накапливать и повторно использовать объекты знаний различной природы.

Для конструирования онтологии предлагается использовать в качестве базиса мета-онтологию «модель Аристотеля», которая предоставляет следующие базовые концепты для описания ПрО: «объект», «атрибут», «отношение», «свойство», «действие», «процесс» [9]. Главным отличием этой мета-онтологии является ориентация на создание онтологий деятельности для ситуационного управления предприятием в реальном времени, при этом можно выделить следующие особенности:

- существуют объекты, которые обладают свойствами и характеризуются состояниями;
- свойства выражают способность объектов вступать в процессы взаимодействия;
- отношения между объектами могут отражать структурные, функциональные, временные или любые другие виды связей;
- чтобы выполнить действие над объектом, необходимо соблюдать определённые условия, которые задаются свойствами и отношениями;
- действия (процессы) изменяют состояния объектов, их свойства и отношения;
- свойства, отношения и действия характеризуются значениями атрибутов;
- атрибуты объекта/отношения являются качественной или количественной характеристикой понятия;

- правила являются обобщёнными понятиями для формализованных условий вида «если-то» (предикатов) и высказываний (утверждений, аксиом, фактов).

Однако, несмотря на многообразие доступных инструментов для работы с онтологиями, ни один из них не позволяет описывать ПрО на основе предложенной «модели Аристотеля», предназначенной для формализации сложных разнородных знаний. Для описания и повторного использования знаний предприятий РКП предлагается использовать СУЗ, реализующую предложенный подход и позволяющую поддерживать онтологии деятельности, используя основные концепты «модели Аристотеля», и на её основе развивать базу знаний предприятий РКП.

Разработанная онтология будет содержать базовые классы понятий и отношений ПрО РКП для спецификации организаций, изделий, технологических процессов, результатов работы, опыта, квалификации и компетенций специалистов и экспертов, участвующих в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий РКП. Классы понятий и отношений, задаваемых онтологией, используются далее для создания базы знаний и построения семантических дескрипторов идей, людей, задач, изделий, результатов и т.д.

Например, для заданного изделия можно будет описать: из каких основных частей оно состоит по схеме деления, какие предприятия участвуют в разработке данных элементов, кто генеральный конструктор каждой из частей, каковы компетенции и опыт каждого конструктора, какие патенты лежат в основе изделия, где можно найти публикации по результатам испытания изделия, кто проводил испытания, какие были доработки и т.д. Каждый такой дескриптор, представляющий собой, в отличие от обычных ключевых слов (тэгов), семантическую сеть на основе онтологии ПрО, может описывать (аннотировать) содержание любого «кванта» знаний (по сути – модель ситуации), включая тексты статей или патентов, 3D-модели, фото или видео-сюжет, таблицы с данными экспериментов или модельных и натуральных расчётов и т.д.

Разработанные дескрипторы становятся входными данными и результатами работы для программных агентов, представляющих собой простейшую сеть потребностей и возможностей, где, например, документы рассматриваются как возможности, а потребители информации – как потребности. Работа СУЗ основана на постоянном матчинге (поиске соответствий) между потребностями и возможностями, равно как и между ними самими, для формирования группировок (коалиций), приобретающих большую важность и значимость для пользователей. В результате предлагаемая СУЗ будет представлять собой самоорганизующуюся сеть потребностей и возможностей (ПВ-сеть), в которой выстраивается динамический баланс интересов агентов по удовлетворению потребителей.

Для пояснения принципов такой самоорганизации и «динамичности» формирующегося баланса «устойчивых неравновесий» или «неустойчивых равновесий» по И. Пригожину [10] следует заметить следующее. Выбор пользователем любого документа должен увеличивать информационный рейтинг или импакт-фактор документа и позволять ему «заработать» определённые баллы на виртуальном рынке СУЗ, которые помогут этому документу в дальнейшем занимать более выгодное положение в результатах поиска.

Использование мультиагентных технологий при построении СУЗ позволяет каждому пользователю и объекту знаний поставить в соответствие интеллектуального агента, действующего в интересах своего реального «хозяина». Для выполнения поискового запроса агентом пользователя создаётся агент запроса, цель которого – найти все объекты, удовлетворяющие поисковому запросу, и вернуть в качестве результата наиболее подходящие N объектов. Агент запроса на основании анализа семантических дескрипторов объектов системы и поискового запроса находит наиболее релевантные объекты, из которых далее формируется очередь просмотра объектов СУЗ с учётом заданной стратегии поиска (рисунок 1).

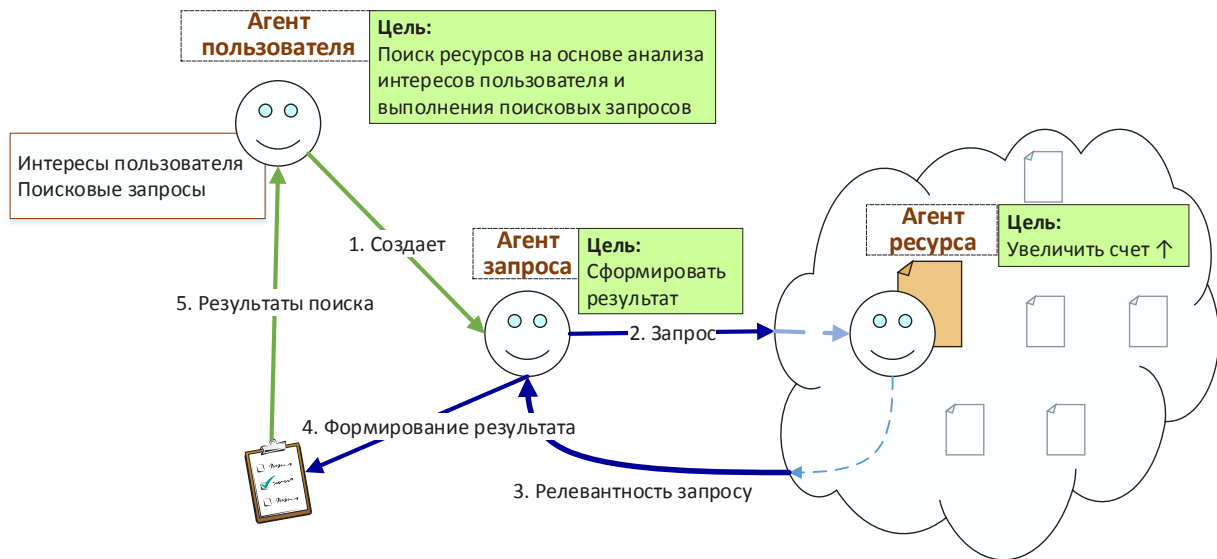


Рисунок 1 – Взаимодействие агентов в СУЗ

Далее агент запроса берёт из очереди первые N объектов и возвращает агенту пользователя. Пользователь, просматривая объекты, может оценить их с учётом полезности объекта и соответствия своим ожиданиям. Успешно принятые пользователем предложения набирают определённую виртуальную «валюту» (подобно «лайкам»), играющую роль «энергии», необходимой не только для формирования рейтингов, но и для установления связей, выработки решений о перепланировании своих позиций, выхода на новых пользователей и т.д. На основании оценки пользователя формируется рейтинг объектов, который в дальнейшем в зависимости от выбранной стратегии поиска может влиять на место объекта в очереди просмотра (рисунок 2).

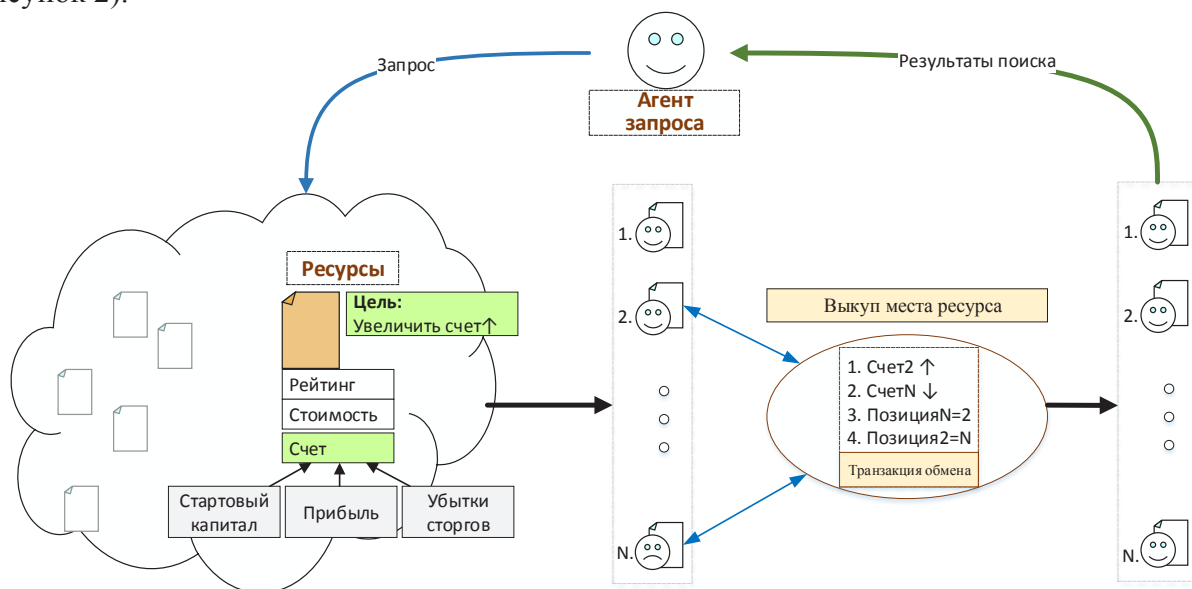


Рисунок 2 – Алгоритм формирования рейтинга ресурса

Целью агента является увеличение виртуального счёта, при этом рейтинг конвертируется в стоимость. После формирования очереди объектов на основе оценки релевантности поисковому запросу каждый агент пытается улучшить своё положение в очереди, чтобы в конечном итоге увеличить свой виртуальный счёт. Для этого агент одного объекта пытается выку-

пить место в очереди у агента другого объекта, имеющего более выгодную позицию в очереди. Чтобы выкупить место в очереди, агент использует виртуальную валюту на своем счёте. Если размер компенсации, которую агент готов предложить, удовлетворяет другого агента, имеющего более выгодную позицию, то выполняется транзакция обмена. Улучшив свою позицию, агент объекта повышает вероятность своего просмотра пользователем. Если объект просматривается, то увеличивается счёт агента объекта на сумму, равную его стоимости.

В результате, с приходом новых участников, размещением новых материалов (идей, публикаций, результатов работы и т.д.) и просмотром материалов будет непрерывно развиваться и перестраиваться самоорганизующаяся семантическая «нейронная сеть» знаний предприятий РКП, которая постоянно (24/7), адресно связывает идеи, людей, проекты и т.д.

Следует также подчеркнуть, что в самоорганизующихся системах каждый агент должен сам принимать решение и создавать новые или разрушать по согласованию старые, малоэффективные связи. При этом часть агентов может набирать очки и подниматься «вверх» в самоорганизующейся среде, участвуя во всё более сложных структурах связей и набирая «энергию» от их успешного применения пользователями, а часть просто «разоряется», скатывается вниз в рейтингах и постепенно перестает попадать в результаты поиска.

3 Пример использования предлагаемого подхода

Рассмотрим основные принципы использования предлагаемого подхода на примере. Для систематизации знаний ПрО выделим следующий состав онтологий.

- Космическая инфраструктура – содержит описание классов космических средств и наземной космической инфраструктуры (Космический аппарат, Транспортный пилотируемый корабль, Транспортный грузовой корабль, Средство выведения, Космический разгонный блок, Ракета-Носитель и т.д.).
- Структура предприятия – содержит классы для описания организационной структуры (Предприятие РКП, Головное, Филиал, Завод, Отдел, Конструкторское бюро и т.д.).
- Состав должностей и специализаций – содержит основной перечень используемых классов специальностей, должностей и компетенций сотрудников (Генеральный директор, Главный инженер, Директор опытного завода и т.д.).
- Специалисты – содержит классы специалистов (Инженер-технолог, Инженер по качеству, Токарь-карусельщик и т.д.).
- Типы документов – содержит основные классы документов (Нормативный документ, ГОСТ, Эскизный проект, Техническое задание, Акт и т.д.).
- IT-ландшафт – содержит объекты IT структуры, используемое программное обеспечение.
- Бизнес-процессы – содержит описание общих бизнес-процессов (например, описание типовых работ по разработке изделия).
- Типы контрактов – содержит описание основных типов контрактов (Контракт с твёрдой фиксированной ценой, Контракт «Время и материалы» и т.д.).
- Онтология патентов – содержит классы патентных документов (Описание изобретения к патенту, Описание полезной модели и т.д.).

Следует отметить, что понятия, объявленные в одной онтологии, могут ссылаться на понятия из другой. Разделение понятий по различным онтологиям весьма условное и используется для упрощения работы с большой ПрО. Так, например, расширение той или иной онтологии может быть разграничено между разными специалистами в зависимости от их специализации и экспертных знаний.

Для систематизации большого объёма имеющейся на предприятиях РКП документации предлагается её классифицировать по функционально-отраслевым признакам на основе ряда критериев и правил распределения документов. Однако, несмотря на наличие данного механизма, осуществить отбор актуальных данных из всего накопленного массива остаётся затруднительной задачей, поэтому для организации эффективной работы с документацией предлагается использовать СУЗ, способную предоставить данные по тематикам, удовлетворяющим интересам пользователей. Для этого необходимо создание семантического дескриптора документа, для построения которого используются понятия и отношения онтологий.

Семантические дескрипторы описывают смысловую часть документов и любых объектов СУЗ и могут быть сформированы на основе анализа аннотаций или рефератов документов. Эти дескрипторы используются при обработке семантических поисковых запросов от пользователей. Таким образом, чем точнее и детальнее сформирован семантический дескриптор, тем больше вероятность того, что он будет релевантен поисковому запросу.

Рассмотрим создание семантического дескриптора на примере конструкторской и эксплуатационной документации на изделие транспортный грузовой корабль «Прогресс» (ТГК «Прогресс»). Конструкторская и эксплуатационная документация, как правило, содержит описание физической структуры изделия, функциональных модулей, правил и особенностей эксплуатации, регламентов обслуживания и т.п. Поэтому для описания семантического дескриптора документа предлагается построить онтологию изделия и связать её понятия с данным документом. Пример фрагментов онтологий, описывающих физическую и функциональную структуру ТГК «Прогресс», представлены на рисунках 3 и 4.

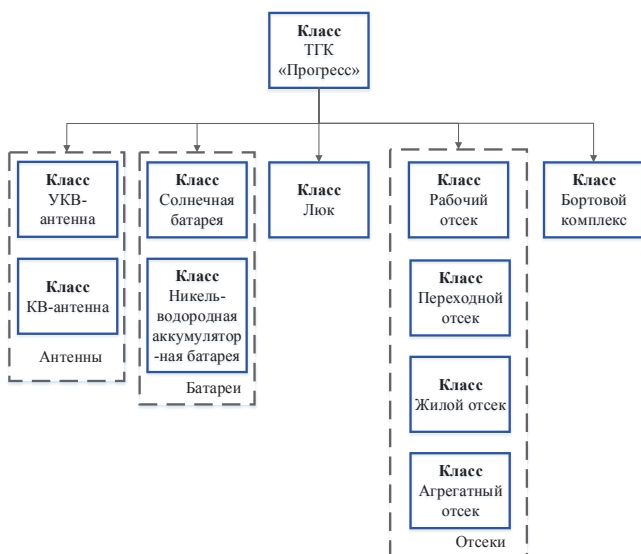


Рисунок 3 – Физическая структура ТГК «Прогресс»

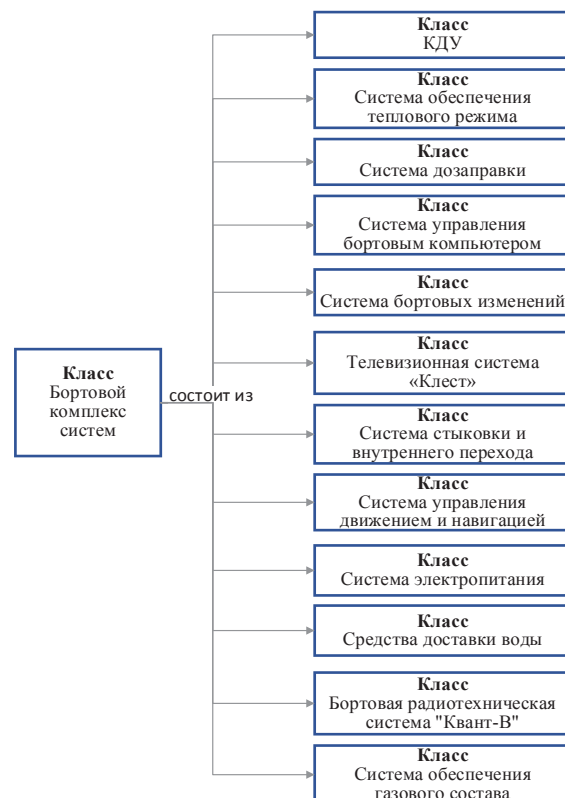


Рисунок 4 – Функциональная структура «ТГК «Прогресс»

В следующем примере рассмотрим описание объекта интеллектуальной собственности, патентного документа «Способ контроля герметичности отсека космического аппарата,

устройство для его осуществления и способ испытания устройства для осуществления контроля герметичности отсека космического аппарата» [11]. Для его описания могут использоваться как классы физических объектов, так и описание процессов, например, описание процессов функционирования или изготовления изделия.

Для описания смысловой части данного патентного документа в онтологии создаётся описание процесса (Рисунок 5). При этом описанный ранее класс изделия указывается как участник процесса. Таким образом, можно описывать различные технические изделия, используя отношения разного типа: функциональные, наследования, типа «часть-целое» и т.д.

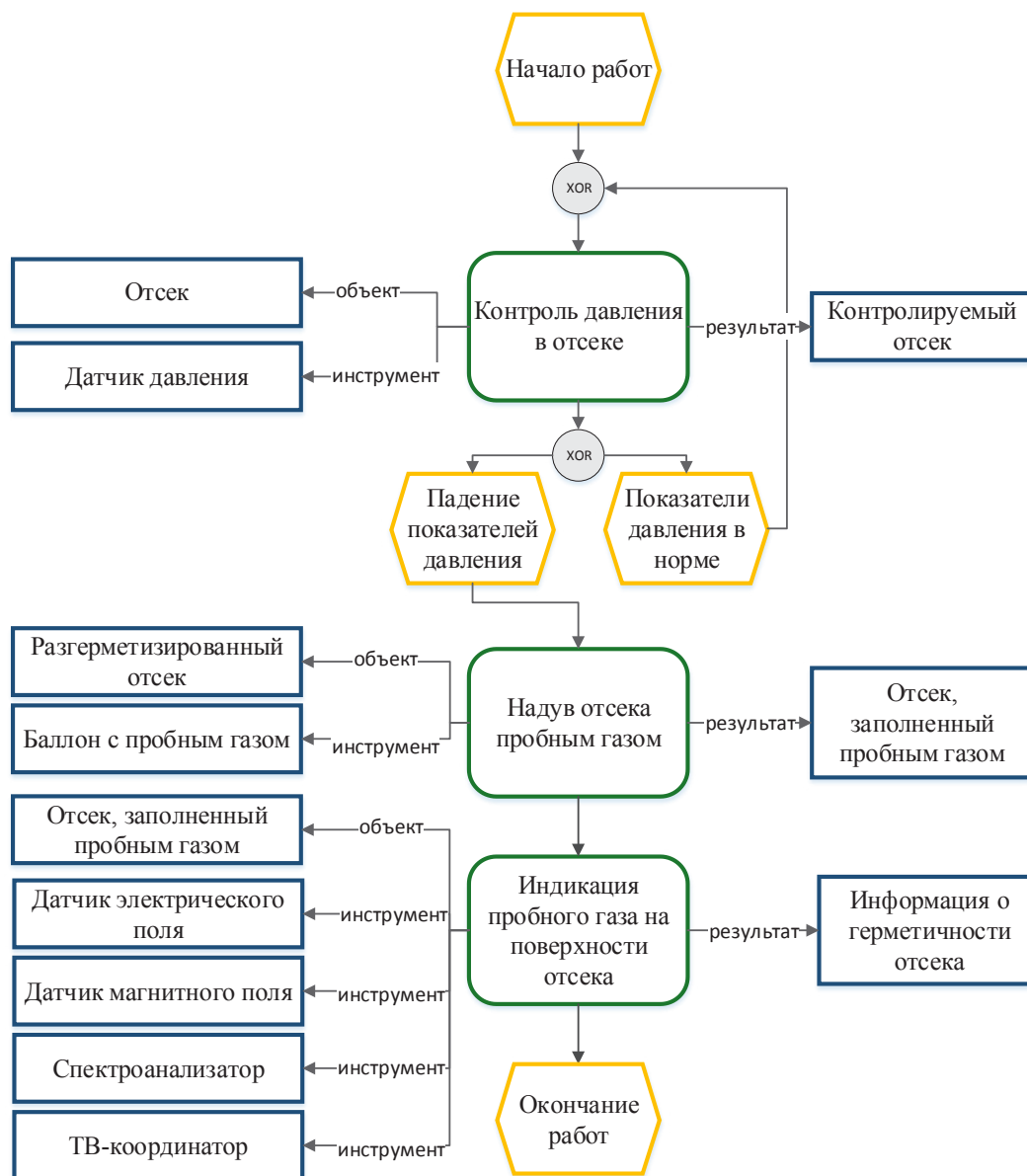


Рисунок 5 – Пример описания процесса

Если знания предприятий РКП будут формализованы и систематизированы с помощью СУЗ, то их ценность на порядок возрастёт, т.к. их можно будет неоднократно повторно использовать и расширять экспертами различных ПрО. На рисунке 6 изображён результат семантизации патентного документа.

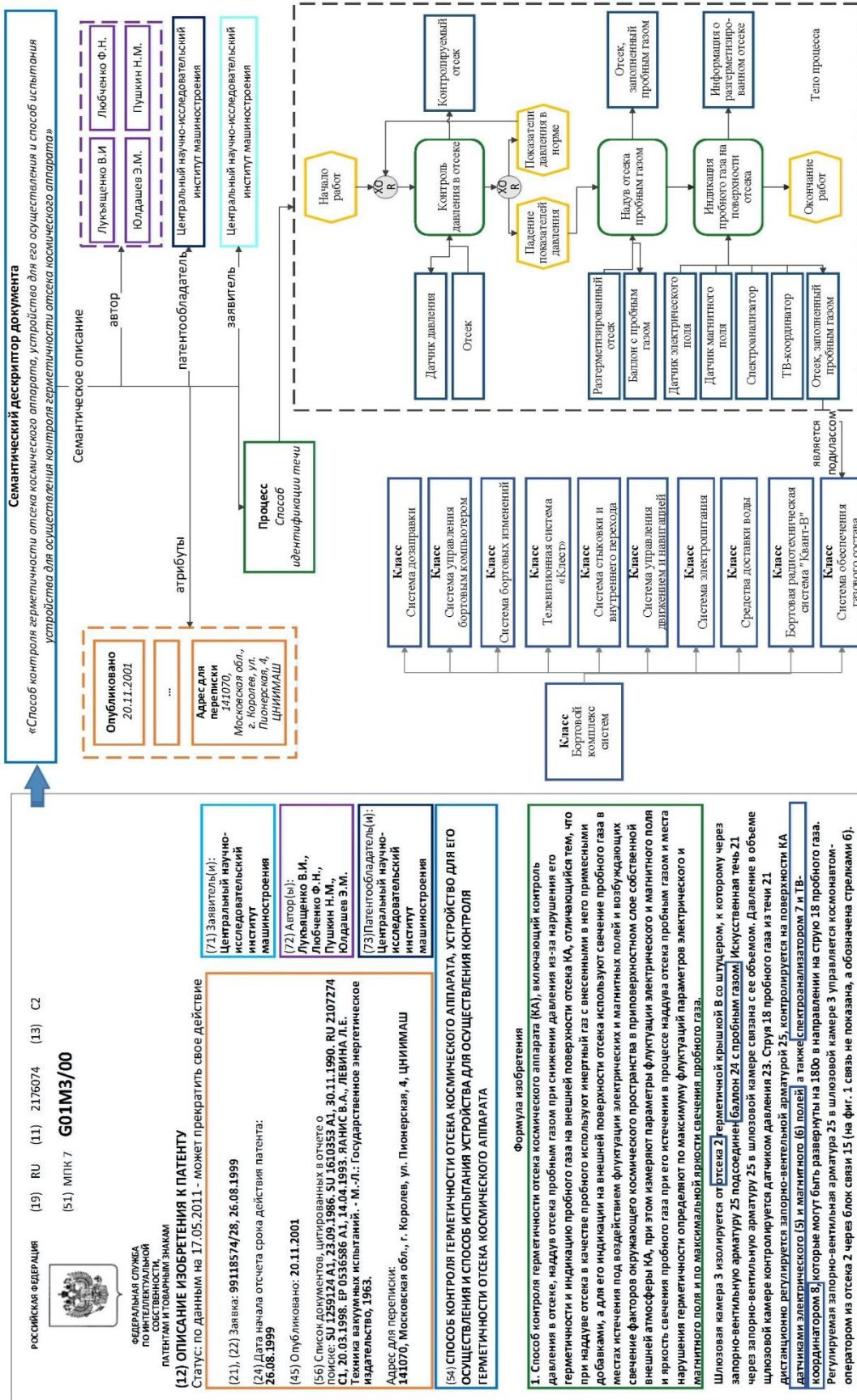


Рисунок 6 – Построение семантического дескриптора патентного документа

4 Ожидаемые результаты

Ожидаемые результаты от использования СУЗ:

- формирование единой базы знаний предприятий РКП как основы СУЗ для накопления, формализации, систематизации и повторного использования знаний;
- создание основы для семантизации социальной сети предметных специалистов по разработке изделий РКП;
- повышение эффективности использования знаний;
- возврат инвестиций для предприятий от созданных научно-технических заделов;
- мониторинг и выявление наиболее востребованных знаний и проблемных областей (есть потребность – но нет знаний);
- стимулирование, мотивация и развитие молодых специалистов, а также поддержка трансфера знаний и технологий.

Заключение

Применение СУЗ для предприятий РКП создаст возможность систематизировать накопленные массивы материалов на предприятиях и повысить эффективность их повторного использования специалистами и экспертами, что позволит обеспечить дополнительное конкурентное преимущество как предприятиям РКП в целом, так и отдельным специалистам и экспертам. Получаемые результаты могут использоваться для оценки востребованности и эффективности знаний, генерируемых различными организациями и предприятиями РКП.

В дальнейшем предполагается автоматизация процессов построения семантических дескрипторов за счёт применения технологий понимания текстов и обработки больших данных для выявления кластеров новых тем, разработок, активных групп разработчиков и т.д.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 16-01-00759 «Теоретические основы создания эмерджентного интеллекта для решения сложных задач управления ресурсами».

Список источников

- [1] *Стратилатова, Н.Н.* Создание системы управления интеллектуальной собственностью на основе использования баз знаний (онтологий) и мультиагентных технологий / Н.Н. Стратилатова, В.К. Скимунт, А.С. Егоров, Ю.С. Юрыгина, А.С. Анисимов, О.И. Лахин, А.В. Чехов // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016): Труды международной научно-технической конференции (26-28 апреля 2016 г., Самара, Россия). – Самара: СамНЦ РАН, 2016. – С. 374-377.
- [2] *Rzevski, G.* Managing Complexity / G. Rzevski, P. Skobelev. – London: WITPress, 2014. – 198 p.
- [3] OWLGuide. – <https://www.w3.org/TR/owl-guide/>.
- [4] DOE. – <http://www.eurecom.fr/~troncy/DOE/>.
- [5] FluentEditor. – <http://www.cognitum.eu/semantics/FluentEditor/>.
- [6] Ontorion. – <http://www.business-semantic.ru/products/ontorion>.
- [7] Palantir. – <https://www.palantir.com/palantir-gotham/>.
- [8] Динамическая онтология. – <https://m.habrahabr.ru/company/edison/blog/281118/>.
- [9] *Скобелев, П.О.* Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятием в реальном времени / П.О. Скобелев // Онтология проектирования. – 2012. – №1(3). – С. 26-48.
- [10] *Пригожин, И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.

- [11] Патент «Способ контроля герметичности отсека космического аппарата, устройство для его осуществления и способ испытания устройства для осуществления контроля герметичности отсека космического аппарата». – <http://bd.patent.su/2176000-2176999/pat/serv1/servletf891.html>.
-

PRINCIPLES OF BUILDING THE KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM FOR ROCKET AND SPACE ENTERPRISES

O.I. Lakhin, Y.S. Yurygina, A.S. Anisimov

SEC «Smart Solutions» Ltd., Samara, Russia
info@smartsolutions-123.ru

Abstract

The paper presents an important problem of the rocket and space industry: increasing the efficiency of use of accumulated knowledge in the form of heterogeneous documents describing results of intellectual activity. To solve this problem, it is proposed to use the knowledge management system built on the basis of new technologies. Its novelty lies in the use of ontology of domains (Semantic Web) and "multi-agent Internet" as an intellectual base for knowledge management for rocket and space industry enterprises and the entire industry. The paper analyzes and compares available ontology editors and points out their advantages and disadvantages. The paper also gives an example of using the proposed approach for describing the ontology, and provides a mechanism for creating a semantic descriptor based on the design and operational documentation for a product. The results are presented in the form of the developed methods and tools for building knowledge management systems. Practical use of the knowledge management system can improve efficiency of reuse of results of intellectual activity, increase productivity of experts in the rocket and space industry through semantization of accumulated material, as well as improve semantic support of communication and interaction processes between industry employees and experts.

Key words: corporate knowledge, intellectual property, innovation, knowledge management, domain ontology, multi-agent technology.

Citation: Lakhin OI, Yurygina YS, Anisimov AS. Principles of Building the Knowledge Management System for Rocket and Space Enterprises. *Ontology of Designing*. 2017; 7(3): 270-283. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-270-283.

References

- [1] *Stratilatova NN, Skirmunt VK, Egorov AS, Yurygina YS, Anisimov AS, Lakhin OI, Chehov AV*. Development of Intellectual Property Objects Handling System Based on Ontology and Multiagent Technology [In Russian]. Perspective Information Technologies (PIT-2016): Proceedings of the International Scientific and Technical Conference (Samara, Russia, 2016, 26-28 April). – Samara: Samara Scientific Center of RAS; 2016: 374-377.
- [2] *Rzevski G., Skobelev P*. Managing Complexity. – London: WITPress; 2014.
- [3] OWLGuide. Source: <https://www.w3.org/TR/owl-guide>.
- [4] DOE. Source: <http://www.eurecom.fr/~troncy/DOE>.
- [5] Fluent Editor. Source: <http://www.cognitum.eu/semantics/FluentEditor>.
- [6] Ontorion. Source: <http://www.business-semantic.ru/products/ontorion>.
- [7] Palantir. Source: <https://www.palantir.com/palantir-gotham>.
- [8] Dynamic ontology. Source: <https://m.habrahabr.ru/company/edison/blog/281118>.
- [9] *Skobelev PO*. Ontologies Activities for Situational Management of Enterprise Real-time [In Russian]. *Ontology of Designing*. 2012; 1(3): 26–48.
- [10] *Prigogine I, Stengers I*. Order out of chaos: Man's new dialogue with nature [In Russian]. – Moscow: Progress; 1986.
- [11] Патент «Procedure to Test Tightness of Spacecraft Compartment, Gear for its Implementation and Process Testing Gear for Implementation of Procedure to Test Tightness of Spacecraft Compartment» [In Russian]. Source: <http://bd.patent.su/2176000-2176999/pat/serv1/servletf891.html>.

Сведения об авторах



Лахин Олег Иванович, 1976 г. рождения. Окончил Поволжский институт информатики, радиотехники и связи в 1998 г., к.т.н. (2017). Генеральный директор ООО «НПК «Разумные решения». В списке научных трудов более 60 работ в области мультиагентных систем для управления ресурсами, создании интеллектуальных систем поддержки принятия решений аэрокосмических предприятий, онтологического моделирования.

Oleg Ivanovich Lakhin (b. 1976) graduated from the Povolzhskiy Institute of Informatics, Radiotechnics and Telecommunications in 1998, PhD (2017). He is CEO at SEC «Smart Solutions» Ltd. He is co-author of more than 60 publications in the field of multi-agent systems for resource management, development knowledge based decision support systems for aerospace enterprises, ontology modeling of the domain.



Юрыгина Юлия Сергеевна, 1987 г. рождения. Окончила Ульяновский государственный технический университет в 2009 г. Руководитель департамента управления проектами ООО «НПК «Разумные решения». В списке научных трудов около 20 работ в области создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений, онтологий, мультиагентных технологий.

Yuliya Sergeevna Yurygina (b. 1987) graduated from the State Technical University (Ulyanovsk-city) in 2009. She is Project manager at SEC «Smart Solutions» Ltd. She is co-author of about 20 publications in the field of development intelligent decision support system, ontology, multi-agent technology.



Анисимов Александр Сергеевич, 1993 г. рождения. Окончил Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королёва в 2015 г. Бизнес-аналитик ООО "НПК "Разумные решения". В списке научных трудов около 10 работ в области разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений, онтологического моделирования предметных областей, мультиагентных технологий.

Alexander Sergeevich Anisimov (b. 1993) graduated from Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolev (SSAU) in 2015. He is Business Analyst at SEC «Smart Solutions» Ltd. He is co-author of about 10 publications in the field of development of intelligent decision-making systems, ontological modeling of the subject area, multi-agent technologies.