

На правах рукописи

ПЕНЗИНА Владислава Юрьевна

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(на примере предприятия газовой промышленности)**

**05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации
(в промышленности)**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Уфа 2013

Работа выполнена на кафедре вычислительной математики и кибернетики
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»

Научный руководитель

д-р техн. наук, проф.
Юсупова Нафиса Исламовна

Официальные оппоненты

д-р техн. наук, проф.
Валеев Сагит Сабитович
зав. кафедрой информатики
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»

канд. техн. наук, доцент
Низамутдинов Марсель Малихович
заведующий сектором
экономико-математического моделирования
института социально-экономических
исследований УНЦ РАН

Ведущая организация

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»

Защита диссертации состоится «17» декабря 2013 г. в 10:00 часов
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03
при Уфимском государственном авиационном техническом университете
по адресу: 450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан « 15 » ноября 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, проф.



В. В. Миронов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В настоящее время деятельность промышленных компаний сопряжена с обработкой больших объемов информации и данных, требующих структурирования и формализации для возможности работать с ними в дальнейшем. Информационные потоки содержат как статистические данные, так и знания экспертов, накопленный опыт, навыки и контакты сотрудников организации, что, в совокупности, составляет информационные активы компании, и является важной частью производственных процессов. Данные и знания, связанные с процессами аварийных остановок оборудования, а также предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) на производственных объектах компании имеют первостепенное значение, поскольку сопряжены с риском для жизни и деятельности людей.

Население России живет в условиях постоянного воздействия чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, биолого-социального характера и нарастания угроз ЧС террористического характера. По последним данным МЧС, на территории Российской Федерации за 2012 год зарегистрировано 437 фактов чрезвычайных ситуаций федерального характера, среди которых 228 составляют техногенные ЧС. В организациях промышленного сектора предусмотрено функционирование систем производственного контроля. Руководители предприятий получают от своих служб информацию, анализируют ее, принимают меры, направляя в Ростехнадзор отчеты о результатах производственного контроля. Однако, исследования показывают, что часто возникает вопрос, связанный с достоверностью и полнотой предоставляемой информации, что негативно сказывается на безопасности производственного процесса и, соответственно, повышает риск возникновения ЧС.

Таким образом, возникает необходимость разработки и внедрения процессов управления информацией и знаниями для выявления чрезвычайных ситуаций на ранних этапах развития в процессе функционирования опасных производственных объектов промышленного предприятия.

Степень разработанности темы исследования: различные аспекты промышленной безопасности: А. И. Апанасенко, В. В. Малюшенко, Т. Г. Артемова, Б. П. Поршаков, В. М. Клищевская, А. Г. Ермошкин, В. А. Акимов, П. Г. Белов, А. И. Гражданкин, Б. Г. Ильясов, М. А. Шахраманьян, В. Г. Крымский, В. В. Лесных, М. В. Лисанов, А. С. Печеркин, Н. Н. Радаев, Р. З. Хамитов, С. В. Павлов, В. И. Васильев, В. Е. Гвоздев, Л. Р. Черняховская и др. Процессам управления информацией и знаниями посвящены исследования и публикации многих отечественных и зарубежных ученых и специалистов – Hirota Takeuchi, Thomas H. Davenport, Varuch Lev, Amin A., Cohendet P., Э. С. Топчиев, М. А. Ярушина, М. С. Мариничева, Р. П. Колосова, Б. З. Мильнер, И. Ф. Симонина, Л. А. Костин, В. В. Егоров, Л. Р. Черняховская, Р. А. Бадамшин, Б. Г. Ильясов и других. Несмотря на значительные успехи в решении проблем управления информацией и знаниями, далеко не все задачи в этой области можно считать решенными. По-прежнему актуальны исследования, направленные

ные на развитие процессов управления знаниями, характерных для промышленных предприятий, разработку единой системы для обмена информацией, знаниями и опытом между сотрудниками предприятия, выявление возможных техногенных ЧС, получение достоверной информации о возможных угрозах техногенного характера.

Для поддержки принятия решений, повышения эффективности данных процессов, а также достоверности результатов целесообразно использовать возможности облачных технологий.

Целью диссертационного исследования является повышение эффективности процесса анализа данных и накопленного опыта предприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций на производственных объектах в системе управления знаниями (СУЗ) на основе совершенствования этой системы.

Задачи исследования: для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Системный анализ процессов управления знаниями и разработка подхода в системе управления знаниями для повышения промышленной безопасности на производственных объектах с использованием интеллектуальных технологий. Разработка системных моделей для реализации предлагаемого подхода.

2. Разработка моделей представления знаний процесса управления информацией и знаниями в СУЗ при обеспечении безопасности на примере предприятия газовой промышленности.

3. Разработка моделей и алгоритмов для процессов заполнения информационного хранилища, обработки заявок пользователей и поиска вариантов реализации компонентов системы управления знаниями с использованием облачных технологий.

4. Разработка метода оценки рисков вариантов конфигураций облачных моделей для реализации компонентов системы управления знаниями на основе методов нечеткой логики и когнитивных карт.

5. Программная реализация прототипа модуля системы управления знаниями на основе предложенных моделей, методов и алгоритмов, анализ эффективности предложенного подхода к процессу управления информацией и знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах с учетом реальных условий.

Научная новизна работы

1. Подход к организации процессов управления информацией и знаниями в СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия, основанный на комплексе системных, информационных, аналитических моделей, а также моделей управления знаниями, предложен впервые, что позволяет повысить эффективность управления информационными потоками организации.

2. Разработанная модель представления знаний в СУЗ на производственных объектах промышленного предприятия отличается использованием онто-

логии с нечеткой логикой для представления информации и знаний о начальных этапах развития ЧС, что позволяет достаточно полно отразить многообразие потоков информации и знаний, присутствующих в ежедневном функционировании компании.

3. Разработанная модель обработки информационного объекта и алгоритм для процесса заполнения информационного хранилища системы управления знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия, которые в отличие от известных позволяют учесть последние разработки в востребованных предметных областях.

4. Разработанная модель идентификации объекта онтологии и алгоритм для процесса обработки заявок пользователей для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия позволяют представить необходимую для предотвращения ЧС информацию посредством детальной проработки каждого запроса и учета множества деталей результатов исследований причин аварийных остановок оборудования.

5. Оценка вариантов конфигурации облачных технологий, основанная на построении нечетких когнитивных карт предложена впервые, что позволяет подобрать подходящую конфигурацию облачных моделей и сервисов для системы управления знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Результаты исследования представляют собой научно-обоснованный подход к повышению эффективности управления информационными потоками организации, поскольку дают реализуемую информацию о начальных стадиях развития чрезвычайных ситуаций.

2. Модель представления знаний, а также модели обработки информационного объекта и идентификации объекта онтологии в СУЗ на производственных объектах промышленного предприятия позволяют достаточно полно отразить многообразие потоков информации и знаний, присутствующих в ежедневном функционировании компании и учесть последние разработки в востребованных предметных областях.

3. Алгоритмы для процесса заполнения информационного хранилища и обработки заявок пользователей в СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах, позволяют представить необходимую для предотвращения ЧС информацию посредством детальной проработки запросов пользователей и учета множества деталей результатов исследований причин аварийных остановок оборудования.

4. Оценка вариантов конфигурации облачных технологий, основанная на построении нечетких когнитивных карт позволяет подобрать подходящую конфигурацию облачных моделей и сервисов СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия.

5. Программная реализация прототипа модуля системы управления знаниями на основе предложенных моделей, методов и алгоритмов для обеспече-

ния безопасности на производственных объектах промышленного предприятия с использованием облачных технологий на платформе SAP HANA, позволяет извлекать информацию из больших объемов данных, использовать аналитику «in-memory», формализовать процессы выявления, сохранения и распространения знаний по актуальным проблемам предотвращения ЧС.

Разработанный программный модуль можно применять как в производственных условиях, так и в научных исследованиях.

Описанные результаты диссертационной работы внедрены в ООО «Газпром Трансгаз Уфа», научно-исследовательском центре Helmholtz Zentrum Dresden-Rossendorf (Дрезден, Германия), в учебном процессе УГАТУ.

Методы исследования: В работе применялись методы системного анализа, теории управления и принятия решений, управления знаниями, представления знаний, автоматизированного проектирования информационных систем, структурно-функционального анализа, алгоритмизации, также были использованы методы экспертных оценок и программные средства (ППП MATLAB, Simulink, Protege, SAP Developer Center).

Положения выносимые на защиту

1. Подход к организации процессов управления информацией и знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия, основанный на комплексе системных, информационных, аналитических моделей и моделей управления знаниями.

2. Модель представления знаний для системы управления знаниями при обеспечении безопасности на производственных объектах промышленного предприятия, отличается использованием онтологии с нечеткой логикой, для представления информации и знаний о начальных этапах развития ЧС.

3. Модели обработки информационного объекта и идентификации объекта онтологии, алгоритмы для процесса заполнения информационного хранилища и для процесса обработки заявок пользователей системы управления знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия.

4. Оценка вариантов конфигурации облачных технологий, основанная на построении нечетких когнитивных карт позволяет подобрать подходящую конфигурацию облачных моделей и сервисов СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия.

5. Программный модуль СУЗ на основе предложенных моделей, методов и алгоритмов для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия с использованием облачных технологий.

Степень достоверности результатов, полученных в работе, подтверждается использованием апробированных научных положений и методов исследования, корректным применением математического аппарата и методов обработки данных, использованием научных результатов, согласованных с теоретическими положениями. Достоверность полученных теоретических положений подтверждается экспериментальными исследованиями, обеспечивается приме-

нением современных решений технологии облачных вычислений, корректной статистической обработкой данных.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на ряде научных конференций и семинаров: «Мавлютовские чтения», Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, Уфа, Россия, 2010; Международная конференция «Innovation Information Technologies: Theory and Practice» Karlsruhe-Ufa-Dresden-St.Augustin, 2011; Международная конференция Computer Science and Information Technologies (CSIT'2011) Garmisch-ParkenKirchen, Germany, September, 27-October, 2, 2011; Международная научная конференция «Интеллектуальные технологии обработки информации и управления», 17 – 20 июля 2012 г. Уфа; Восьмая всероссийская зимняя школа-семинар аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники» 19 – 20 февраля 2013 г., Уфа; Информационные технологии и системы: вторая международная конференция Банное, Россия, Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2013 г.; Международная конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 21-25 мая 2013 г., Уфа, Россия.; Заседание Башкирского отделения научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта (БО НСМИИ РАН), 59-ое заседание от 24.04.13 г.

Публикации. Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в 17 источниках, включая 12 статей (из них 4 в изданиях, утвержденных ВАК России), 5 докладов на конференциях.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка. Работа изложена на 160 страницах машинописного текста. Библиографический список включает 104 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность, излагаются цель и задачи исследования, отмечается новизна и практическая ценность работы.

В первой главе проведен системный анализ процессов управления информацией и знаниями в процессе обеспечения безопасности промышленных объектов.

К числу недостатков системы функционирования производственного контроля на предприятии можно отнести фрагментарный характер информации, поступающей руководству от служб производственного контроля, отсутствие целостного подхода, формальность процессов контроля, отсутствие формализованных процессов управления знаниями в компании.

Анализ существующих теоретических методов, концепции и методик, применяемых для решения задач управления информацией и знаниями, показал, что:

- основными этапами управления знаниями являются процессы идентификации, сбора, формализации, применения и передачи накопленных информационных ресурсов компании; обеспечение процесса управления информаци-

ей и знаниями производится с помощью трех составляющих: организационных мер, информационных и телекоммуникационных технологий, системы регламентированных бизнес-процессов;

- существуют две главные задачи управления знаниями: тактическая, отражающая повседневное использование знаний в ответ на требования или возможности рынка, стратегическая — разработка стратегии формирования человеческого капитала, отвечающего долговременным целям корпорации.

Проведенный анализ известных программных средств и существующих решений для управления информацией и знаниями на предприятиях промышленного сектора в процессе обеспечения безопасности их функционирования, показал, что нет единого решения, позволяющего охватить необходимый спектр задач предъявляемых к процессу управления знаниями для поставленной задачи. Можно повысить эффективность принятия решений при проведении мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах на основе совершенствования механизмов функционирования СУЗ.

В заключительной части главы приведены цель и задачи исследования.

Вторая глава посвящена разработке подхода к поддержке принятия решений при проведении мер по предотвращению ЧС на производственных объектах с использованием технологий экспертных и интеллектуально-аналитических систем, а также системных моделей на основе СУЗ.

Предложена структура СУЗ для организации процессов управления знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах, которая позволяет повысить эффективность решения проблем на предприятии за счет организации процессов приобретения, сохранения, распространения и применения знаний. Определены ключевые модули СУЗ: экспертная система, информационное хранилище (ИХ), энциклопедия, банк проблем и решений (БПиР). Представлена разработанная структура обработки информации в СУЗ при обеспечении безопасности на производственных объектах (рисунок 1).

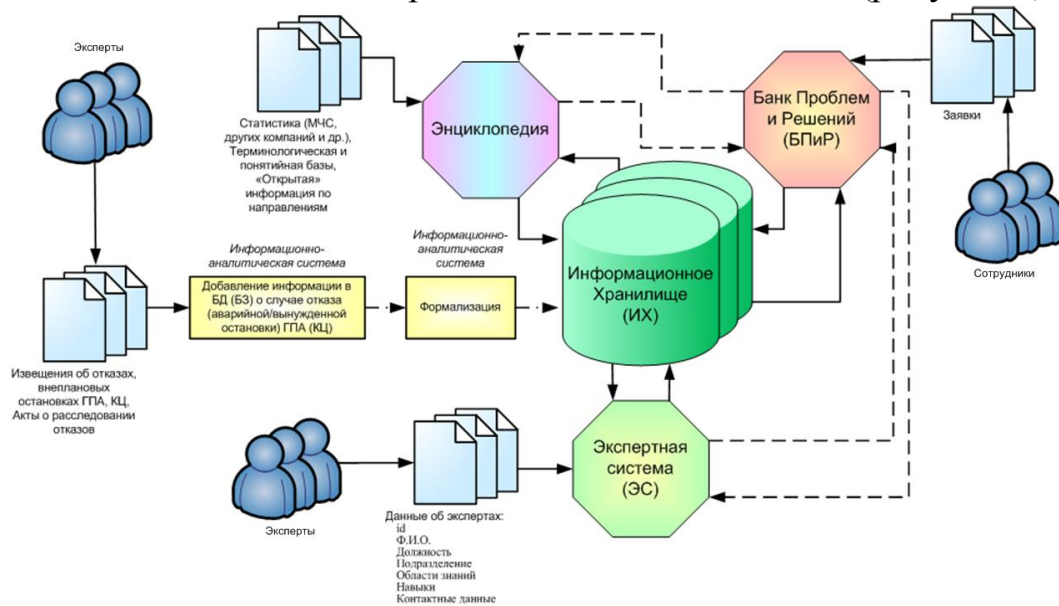


Рисунок 1 – Структура обработки информации в СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленных предприятий

Предложен процесс внесения знаний в информационное хранилище системы управления знаниями и схема работы системы на примере предприятия газовой отрасли, специализирующегося на транспортировке газа, позволяющие сохранить необходимый объем знаний и учесть факторы, которые могут стать причиной чрезвычайных ситуаций на производственном объекте. Была разработана функциональная модель процесса управления знаниями в соответствии со стандартом IDEF0 на основе использования методологии структурного анализа и моделирования SADT. На рисунке 2 представлена декомпозиция процесса управления знаниями на предприятии промышленного сектора.

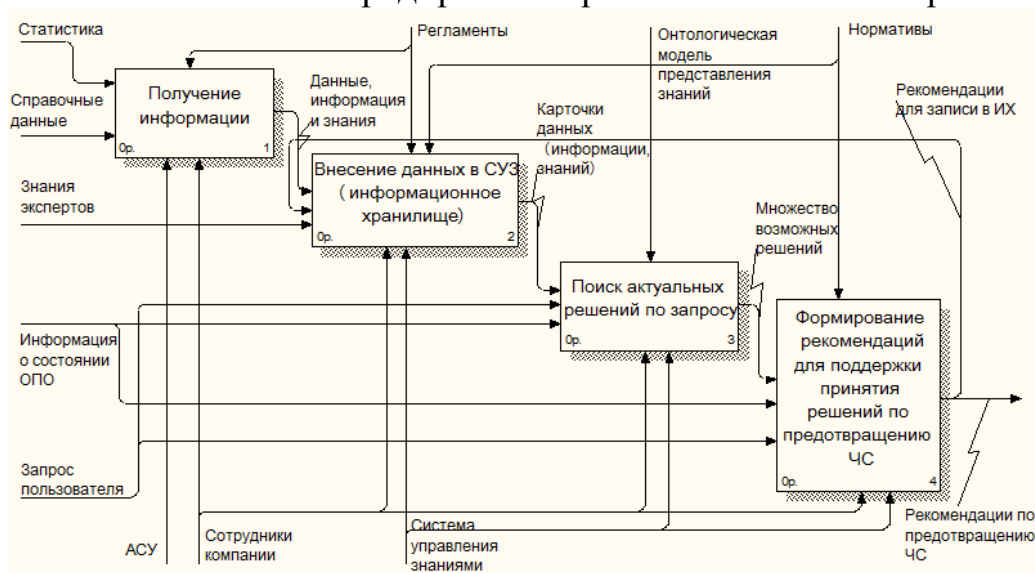


Рисунок 2 – Декомпозиция процесса управления знаниями для поддержки принятия решений при предотвращении ЧС

Была построена диаграмма потоков данных с целью иллюстрации движения информации между подсистемами процесса управления знаниями. Анализ построенной функциональной модели позволил выделить перечень объектов предметной области, составляющих множество сущностей информационной модели интеллектуальной информационной поддержки принятия решений при проведении мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, выделить атрибуты сущностей и формализовать связи между сущностями модели (рисунок 3).

На основе системного анализа разработан подход к интеллектуальной информационной поддержке процесса принятия решений при проведении мер по предотвращению ЧС на производственных объектах.

В третьей главе проведен анализ моделей представления знаний, который позволил выявить преимущества использования онтологии в ИХ СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах. Разработана концептуальная модель и детализированная схема онтологии представления знаний в СУЗ. Разработана математическая модель онтологии с элементами нечеткой логики, которая позволила наиболее полно отразить многообразие данных и знаний, циркулирующих на производственных объектах предприятия газовой отрасли.

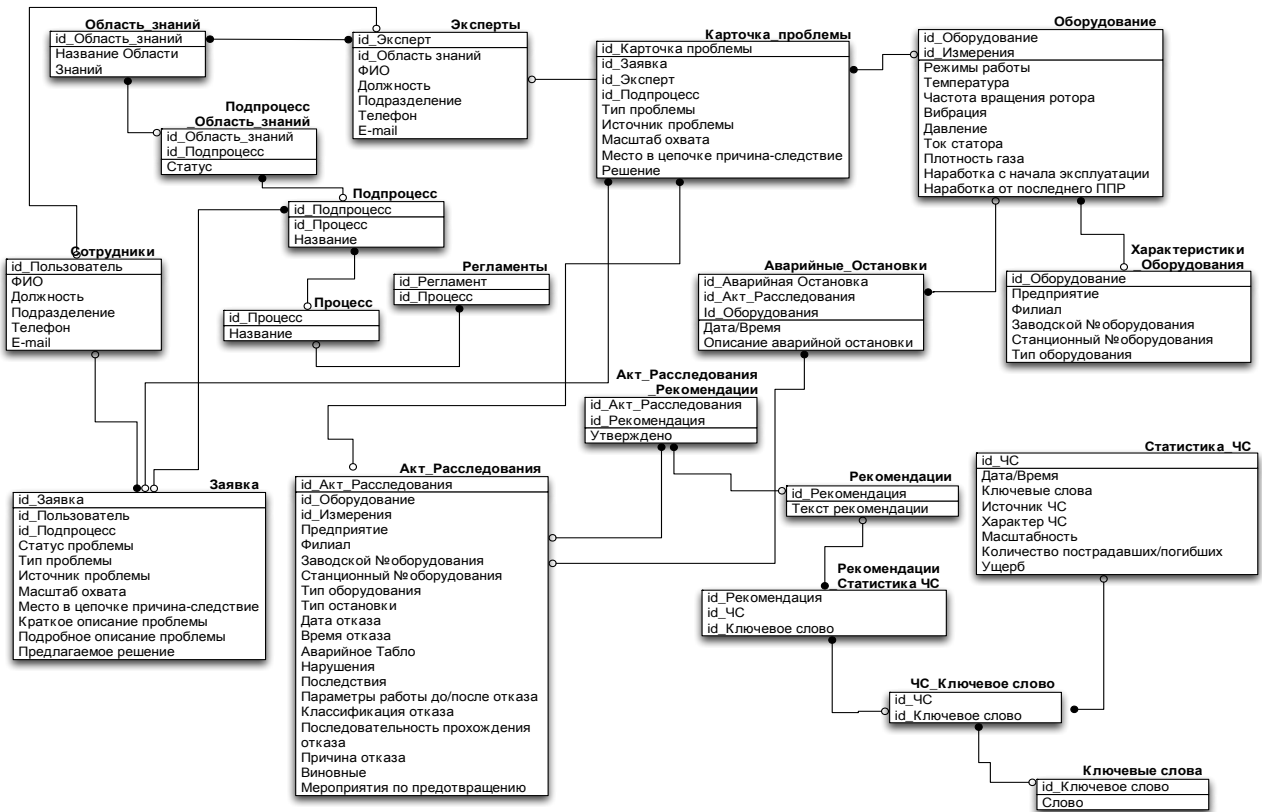


Рисунок 3 – Информационная модель процесса управления знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах

Разработанная формальная модель онтологии имеет вид:

$$Ontology = \langle O_i, P_U, K, X, C, MF_C(x) \rangle,$$

где O_i – иерархия объектов предметной области, связанных отношениями из R , а P_U – множество свойств онтологии, K – конечное множество нечетких параметров характеризующих понятия и связи между ними, X – области рассуждений для нечетких параметров, C – нечеткие множества; $MF_C(x)$ – конечное множество функций принадлежности характеризующих нечеткие множества, причем $MF_C(x) = OUK$. Объект предметной области: $O = \langle N, P, S, D, I \rangle$, где N – имя объекта, P – множество свойств объекта, причем $P \subset P_U$, S – суперклассы объекта, D – подклассы объекта, I – экземпляры объекта, P_U – множество свойств онтологии предметной области. Множество отношений между объектами онтологии: $R = \langle subclass, superclass, instance \rangle$, где *subclass* – отношение «быть подклассом», *superclass* – отношение «быть экземпляром класса». Иерархия объектов предметной области: $O_i = \langle O, R \rangle$, где O – множество объектов предметной области связанных между собой отношениями из R .

На рисунке 4 представлен пример онтологии с нечеткой логикой для процесса транспортировки газа, в частности подпроцесса подготовки газа. Ключевыми элементами представленной схемы являются: «Газоперекачивающий агрегат (ГПА)», «Причина остановки ГПА», «Аварийная остановка ГПА».

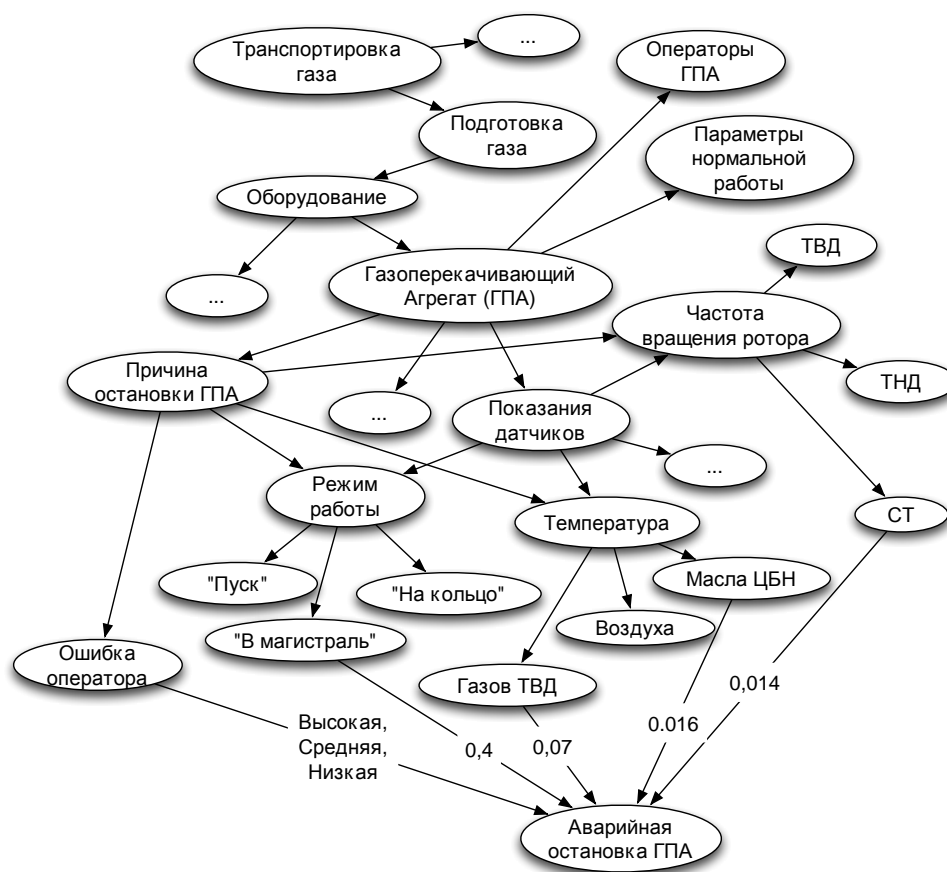


Рисунок 4 – Разработанный пример описания онтологии с нечеткой логикой для рассматриваемой предметной области

Была разработана математическая модель обработки информационного объекта и алгоритм процесса заполнения ИХ для обеспечения безопасности на производственных объектах предприятия газовой отрасли, позволяющие формализовать процедуры обработки объектов онтологии, сравнения символьных имен объектов и выделения степеней их принадлежности.

Математическая реализация процедуры обработки нового объекта онтологии имеет следующий вид:

$$\omega_o(a) = \{ \omega_N(a)=1:0 - \text{решение}; [\omega_N(a)=0 \subset D=\emptyset]:[\omega_{qo}(0), \omega_{qc}(a)]; [\omega_N(a)=0 \subset D \neq \emptyset]: \omega_{qb}(a,o) \};$$

где $a = \langle N, P, O \rangle$ - структурно-логическая схема объекта ПрО, построенная по форме нового объекта Q , идентификацию которого необходимо провести, $[\omega_{qo}(0), \omega_{qc}(a)]$ – возврат к объекту с которого был передан запрос $\omega_{qo}(0)$ и передача следующему объекту $\omega_{qc}(a)$, $\omega_N(a)$ – процедура сравнения символьного имени объектов онтологии.

Процедура выделения степени принадлежности объекта в онтологическом анализе характеризуется понятием концептуального резонанса (КР), который определяется как степень принадлежности между существующим объектом онтологии и новым и характеризуется двумя нечеткими переменными: силой резонанса в атрибуте p_A , силой резонанса в функции r_O .

Сила резонанса в атрибуте x_A : терм x_A обозначает отношение между идентичными атрибутами (свойствами) существующих O объектов онтологии и новыми объектами L , и рассчитывается следующим образом:

$$x_A = \frac{\text{количество одинаковых атрибутов в } O \text{ и } L}{\text{количество атрибутов в } O}$$

Эта нечеткая переменная определяет два лингвистических термина: A_Low и A_High . Трапециевидные функции, принимаются в качестве функций принадлежности лингвистических термов и выражаются как набор параметров $[a, b, c, d]$:

$$f_{(x,a,b,c,d)} = \left\{ 0, x < a; \frac{x-a}{x-b}, a \leq x \leq b; 1, b \leq c; \frac{d-x}{d-c}, c \leq x \leq d; 0, c \geq d \right\}$$

Сила резонанса в функции x_O : терм x_O обозначает отношение одинаковых функций (отношений) существующих O объектов онтологии и новыми объектами L , и рассчитывается по формуле:

$$x_O = \frac{\text{количество одинаковых функций в } O \text{ и } L}{\text{количество функций в } O}$$

Данная нечеткая переменная определяет два лингвистических термина: O_Low и O_High .

Механизм нечеткого вывода для вычисления КР включает в себя слой предпосылки, слой правила и слой вывода. Вектор входа определяется как $x_i = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_i обозначает ценность входа лингвистического узла i . Тогда, вектор продукции слоя предпосылки:

$$\mu^1 = (u_{11}^1, u_{21}^1, \dots, u_{N1}^1), (u_{12}^1, u_{22}^1, \dots, u_{N2}^1), \dots, (u_{1n}^1, u_{2n}^1, \dots, u_{Nn}^1),$$

где u_{ij}^1 обозначает соответствующую степень лингвистического термина j в узле состояния i .

В узле правила функциональность f_r обеспечивает чистый вход для этого узла:

$$f_r = \sum_{i=1}^N \mu_i$$

Следовательно, значение f_r не фиксировано в диапазоне от 0 до 1. Соответственно, функции нормализации S будет рассчитываться по формуле:

$$S(x; a, b) = \left\{ \begin{array}{l} 0, x < a; 2 \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2, a \leq x \leq \frac{a+b}{2}; \\ 1 - 2 \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2, \frac{a+b}{2} \leq x \leq b; 1, x \geq b \end{array} \right\}$$

Третий слой также составлен из ряда нечетких лингвистических узлов. Нечеткая переменная в предложенной системе – концептуальная сила резонанса y_{CRS} . Таким образом, формула дефазификации:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c y_{ij}^r w_{ij}^k V_{ij}}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c y_{ij}^r w_{ij}^k}$$

где $w^k = (\sum_{i=1}^n \mu_i^1) / n$; V_{ij} обозначает центр тяжести, r представляет число узлов правил; c – количество лингвистических термов выходного узла; n – число нечетких переменных в слое предпосылки; k – текущий номер слоя.

Разработана математическая модель идентификации объекта онтологии и алгоритм процесса обработки заявок и поиска решения проблем для обеспече-

ния безопасности на производственном объекте промышленного предприятия, который позволяет предотвратить возникновение ЧС, посредством детальной проработки каждого запроса и учета малейших деталей результатов исследований причин аварийных остановок оборудования (рисунок 5).

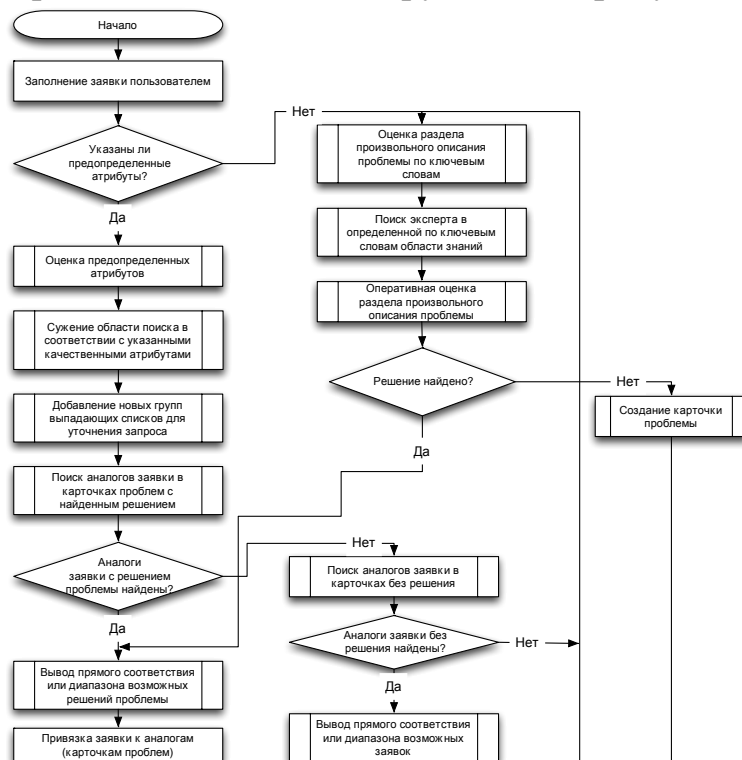


Рисунок 5 – Фрагмент алгоритма процесса обработки заявок пользователей в банке проблем и решений СУЗ

Обеспечить возможность хранения большого объема информации, обработки данных, создания виртуальных машин без значительных затрат позволяют современные технологии, реализованные в облачных вычислениях. Для безопасного использования различных сервисов облачных технологий (ОТ) были разработан алгоритм оценки рисков различных конфигураций облачных моделей на основе методов нечеткой логики и когнитивных карт. Математическая модель оценки вариантов конфигураций ОТ имеет следующий вид:

Угрозы: C_i^T , свойства объектов (базисные факторы): C_s^E , виды ущерба (целевые факторы): C_j^G . Эффект от воздействия угроз на целевые факторы: $I_r(C_i^T, C_j^G) = \min_p w_{p,p+1}$, где $w_{p,p+1}$ множество весов связей на пути между C_i^T и C_j^G . Полный эффект от воздействия угроз на целевые факторы: $T(C_i^T, C_j^G) = \max_{1 \leq r \leq m} I_r(C_i^T, C_j^G)$.

Суммарный риск целевого фактора: $R = \sum_{n=1}^N T(C_i^T, C_j^G) \frac{K_{C_i^G}}{K_\Sigma}$, где $\frac{K_{C_i^G}}{K_\Sigma}$ от-носительная стоимость информационного ресурса.

Проведена оценка рисков различных моделей конфигурации облачных вычислений в ППП Matlab, и построены нечеткие когнитивные карты в графической среде имитационного моделирования Simulink (рисунок 6).

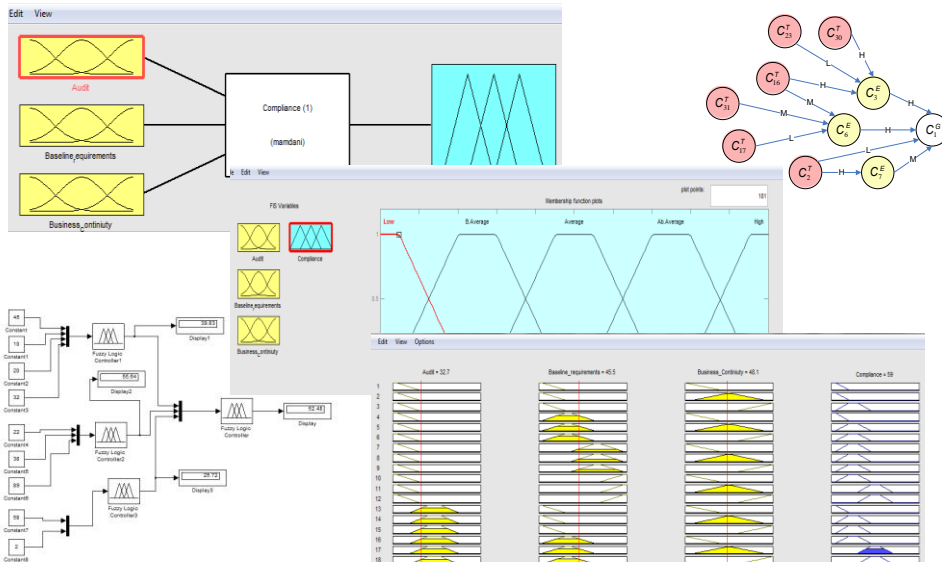


Рисунок 6 – Оценка рисков вариантов конфигурации облачных технологий в ППП Matlab, Simulink

В результате проведенной оценки вариантов конфигурации ОТ были получены следующие результаты: возможно использование набора сервисов (хранение; база данных; безопасность); на предприятии газовой отрасли, с выстроенной структурой функционирования и уровнем информационной безопасности, следует использовать конфигурацию «частное облако».

В четвертой главе проведена реализация разработанных моделей и алгоритмов на примере СУЗ для обеспечения безопасности работы производственных объектов газовой отрасли, что позволило формализовать процессы выявления, сохранения и распространения знаний по актуальным проблемам предотвращения ЧС. Разработана онтологическая модель знаний для газовых компаний на примере учета и расследования причин остановок газоперекачивающего агрегата и компрессорного цеха в редакторе онтологий Protégé с помощью логического языка для формального описания онтологий OWL (рисунок 7).

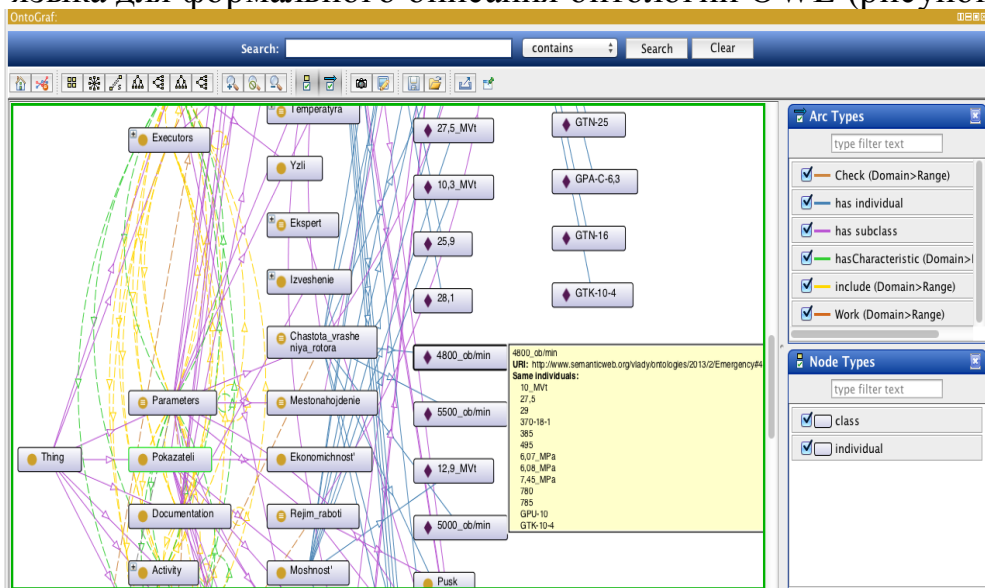


Рисунок 7 – Граф, отражающий связи классов и индивидов в онтологии (на примере учета и расследования причин остановок ГПА и КЦ)

На основании разработанных требований, предъявляемых к системе управления знаниями для предотвращения ЧС на производственных объектах предприятия газовой отрасли, был определен спектр возможных решений для реализации СУЗ. Согласно проведенной оценке вариантов конфигурации облачных технологий, выбрано решение компании SAP для использования в качестве платформы для разработки программного обеспечения СУЗ.

Разработан программный модуль для системы управления знаниями для предотвращения ЧС на производственных объектах организации газового сектора. Были сформированы примеры заявок для ИХ и БПиР в соответствии с выделенными ключевыми параметрами предметной области, позволяющие проследить работу пользователей с системой управления знаниями. Разработан интерфейс программного модуля: страница заявки БПиР; страницы с результатами запросов к ИХ и БПиР; и др. (рисунок 8).

Рисунок 8 – Программный продукт «СУЗ ЧС»
(карточка проблемы с результатом по запросу пользователя)

Проведен анализ эффективности применения разработанной системы управления знаниями для предотвращения ЧС на производственных объектах предприятия газовой отрасли. Показатель устойчивости к искажающим воздействиям рассчитывается как: $P(Y) = 1 - D/K = 0,88$, где D – число экспериментов, в которых искажающие воздействия приводили к отказу, K – число экспериментов, в которых имитировались искажающие воздействия; вероятность безотказной работы: $P = 1 - Q/N = 0,92$, где Q – число зарегистрированных отказов, N – число экспериментов. Оценка простоты программы по числу точек входа и выхода рассчитывается как: $W = 1 / ((D+1)(F+1)) = 0,25$, где D – общее число точек входа в программу, F – общее число точек выхода из программы; оценка простоты программы по числу переходов по условию: $U = 1 - A/B = 0,8$, где A – общее число переходов по условию, B – общее число исполняемых операторов.

Временные затраты на комплекс процессов по работе с информационными активами предприятия согласно экспертным оценкам на снизились на 34,1–48,9 %, и снижение трудоемкости процесса управления знаниями составило 57,6–64,3 %, что позволило показать эффективность разработанной системы, организовать своевременное проведение процедур по противодействию возникновению ЧС и снижению числа остановок оборудования из-за ошибок автоматизированной системы управления.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Подход к организации процессов управления информацией и знаниями для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия, основанный на комплексе системных, информационных, аналитических моделей, а также моделей управления знаниями, предложен впервые, что позволяет повысить эффективность управления информационными потоками организации.

2. Разработанные для процессов управления информацией и знаниями при обеспечении безопасности на промышленных объектах предприятия модели представления знаний о начальных этапах развития ЧС, основаны на применении онтологии с элементами нечеткой логики, позволяют достаточно полно отразить многообразие данных и знаний, циркулирующих в корпорации.

3. Модели обработки информационного объекта и идентификации объекта онтологии, алгоритмы процесса обработки заявок пользователей и заполнения информационного хранилища СУЗ при обеспечении безопасности на промышленных объектах предприятия, позволили представить необходимую для предотвращения ЧС информацию посредством детальной проработки каждого запроса и учета множества деталей результатов исследований причин аварийных остановок оборудования.

4. Оценка вариантов конфигурации облачных технологий, основанная на построении нечетких когнитивных карт, позволила подобрать конфигурацию облачных моделей и сервисов для реализации СУЗ для обеспечения безопасности на производственных объектах предприятия газовой отрасли.

5. Программная реализация прототипа модуля системы управления знаниями на основе предложенных моделей, методов и алгоритмов для обеспечения безопасности на производственных объектах промышленного предприятия с использованием облачных технологий на платформе SAP HANA, позволяет извлекать информацию из больших объемов данных, использовать аналитику «in-memory», формализовать процессы выявления, сохранения и распространения знаний по актуальным проблемам предотвращения ЧС.

Эффективность применения разработанной СУЗ для предотвращения ЧС на производственных объектах предприятия газовой отрасли установлена на основе количественных и качественных параметров. Временные затраты на комплекс процессов по работе с информационными активами предприятия снизились на 34,1–48,9 %, снижение трудоемкости процесса управления знаниями составило 57,6–64,3 %.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы. Разработанная система управления информацией и знаниями может найти применение в различных областях, где она может быть адаптирована под необходимую предметную область. СУЗ может быть расширена и дополнена в соответствии с требованиями организации, без ущерба для структуры разработанного программного модуля.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Модели и методы управления знаниями для поддержки принятия решений в аварийных ситуациях при бурении и транспортировке нефти / Н. И. Юсупова, Г. Р. Шахмаметова, К. Р. Еникеева, В. Ю. Пензина // Проблема сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов: науч.-техн. журнал. 2011. № 2 (84). С. 182–193.

2. Система управления знаниями для обеспечения промышленной безопасности / М. Б. Гузаиров, Н. С. Минасова, В. Ю. Пензина // Вестник УГАТУ. Т. 17, № 4 (57). С. 176–184.

3. Оценка рисков безопасности облачных технологий методом нечетких когнитивных карт / Uwe Konrad, В. Ю. Пензина // Вестник УГАТУ. Т. 17, № 6 (59). С. 3–12. (Статья на англ. яз.)

4. Онтологический подход при разработке системы управления знаниями для обеспечения промышленной безопасности / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, Н. С. Минасова, В. Ю. Пензина // Вестник УГАТУ. Т. 17, № 6 (59). С. 13–20. (Статья на англ. яз.)

В других изданиях

5. Методы извлечения и структурирования знаний для системы управления знаниями НК «Роснефть» / Т. Д. Тарасова, В. Ю. Пензина // Мавлютовские чтения: тез. всерос. молодежн. науч. конф. Уфа: УГАТУ, 2010. Т. 2. С. 57–59.

6. Управление знаниями для поддержки принятия решений в аварийных ситуациях при бурении / В. Ю. Пензина // Информатика и информационные технологии CSIT'2010 (Москва – С.Петербург, 2010) : тр. 12-й междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2010. Т. 2. С. 133–139. (Опубл. на англ. яз.)

7. Управление взаимоотношениями с клиентами и методы бизнес-интеллекта / A. Hilbert, Д. Р. Богданова, В. Ю. Пензина // Инновации и информационные технологии: тр. 4-го российско-немецкого семинара (Карлсруэ – Уфа – Дрезден, 2011). Уфа: УГАТУ, 2011. Т. 1. С. 105–109. (Опубл. на англ. яз.)

8. Бизнес-интеллект и управление данными при взаимоотношении с клиентами / Н. И. Юсупова, A. Hilbert, Д. Р. Богданова, В. Ю. Пензина // Наука и экономика: тр. семинара DAAD. 2011. Москва, 2011. Т. 2. С. 89–95. (Опубл. на англ. яз.)

9. Применение методов бизнес интеллекта в управлении взаимоотношениями с клиентами / A. Hilbert, Д. Р. Богданова, В. Ю. Пензина // Информатика

и информационные технологии CSIT'2011(Гармиш-Паркен-Кирхен, Германия, 2011): тр. 13-й междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2011. Т. 2. С. 73–78. (Опубл. на англ. яз.)

10. Облачные вычисления и защита данных в оценке IT рисков организации / Н. И. Юсупова, Uwe Konrad, В. Ю. Пензина // Интеллектуальные технологии обработки информации и управления: тр. междунар. конф. (Уфа, 2012). Уфа: УГАТУ, 2012. Т. 1. С. 116–121. (Опубл. на англ. яз.)

11. Облачные вычисления и оценка IT рисков организации / Н. И. Юсупова, Uwe Konrad, В. Ю. Пензина // Информатика и информационные технологии CSIT'2012 (Уфа – Гамбург – Норвежские Фьорды, 2012): тр. 14-й междунар. конф., Уфа: УГАТУ, 2012. Т. 1. С. 125–129. (Опубл. на англ. яз.)

12. Управление знаниями и облачные вычисления для поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях / В. Ю. Пензина // Актуальные проблемы науки и техники: тр. 8-й всерос. зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых. 2013. Уфа: УГАТУ, 2012. Т. 3. С. 122–128.

13. Оценка рисков для обеспечения информационной безопасности в облачных вычислениях / Uwe Konrad, Н. С. Минасова, В. Ю. Пензина // Информационные технологии и системы: тр. 2-й междунар. конф. Банное, Россия. 2013. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2013. С. 124–127.

14. Онтологический подход при разработке системы управления знаниями для обеспечения промышленной безопасности / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, Н. С. Минасова, В. Ю. Пензина // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2013): тр. междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 1. С. 54–61.

15. Вопросы управления знаниями для поддержки принятия решений при предотвращении чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий / Н. И. Юсупова, Н. С. Минасова, В. Ю. Пензина // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2013): тр. междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 1. С. 87–91.

16. Оценка рисков безопасности облачных технологий методом нечетких когнитивных карт / Uwe Konrad, В. Ю. Пензина // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2013): тр. междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 1. С. 155–164. (Опубл. на англ. яз.)

17. Система управления знаниями для поддержки принятия решений при предотвращении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в газовой отрасли / Н. И. Юсупова, Н. С. Минасова, В. Ю. Пензина // Информатика и информационные технологии CSIT '2013 (Вена – Будапешт – Братислава, 2013): тр. 15-й междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 1. С. 52–58. (Опубл. на англ. яз.)

ПЕНЗИНА Владислава Юрьевна

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ
И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАС-
НОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(на примере предприятия газовой промышленности)

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление
и обработка информации (в промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати _____ 2013 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура TimesNewRomanCyr.
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.- отт. 1,0. Уч.- изд. л. 0,9.
Тираж 100 экз. Заказ № ____.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет
Центр оперативной полиграфии
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12