МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ им. И.С. Тургенева) Институт приборостроения автоматизации и информационных технологий

На правах рукописи

ЕРЕМЕНКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ИНЦИДЕНТОВ

Направление подготовки 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»
(уровень магистратуры)

АВТОРЕФЕРАТ

выпускной квалификационной работы на соискание
квалификации (степени) магистра

Орел 2020

Работа выполнена на кафедре «Информационная безопасность» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»).

Научный руководитель – профессор кафедры «Информационная безопасность» ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» доктор технических наук, профессор **Еременко Владимир Тарасович**

Официальный рецензент – Горбунов Роман Анатольевич

Защита состоится 16 июля 2020 года в 14:00 часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по адресу: 302020, Российская Федерация, г. Орёл, Наугорское шоссе, 40, ОГУ им. И.С. Тургенева.

С диссертацией можно ознакомиться на кафедре «Информационная безопасность»

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. С точки зрения управления газотранспортное предприятие (ГТП) относится к категории сложных и характеризуется многоуровневой и территориально распределенной структурой, а также тем, что хозяйственная деятельность осуществляется в особых условиях обусловленных спецификой деятельности в структуре предприятий ОАО «Газпром». Структура управления такой сложной системой, как ЕСГ, направлена на обеспечение бесперебойной поставки газа по заключенным контрактам, что определяет подходы к организации управления. ГТП получает газ от соседнего ГТП и должно обеспечить, во-первых транспорт газа к следующему в цепочке ГТП и во-вторых, отбор газа собственным потребителям. По этой причине процесс транспортировки газа является непрерывным и не может быть остановлен. Кроме того, отнесение ГТП к категории **особо опасных производственных объектов** (согласно Федеральному закону от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации") требует предотвращение неправомерного доступа к информации, обрабатываемой значимым объектом критической информационной инфраструктуры.

Существенное влияние на автоматизацию технологических процессов и производств ГТП оказывают: процессы интеграции АУП и АСУТП, повышение требований к защите данных процессов и производств (особенно в условиях возникновения инциндентов), ужесточение экологического мониторинга.

Интеграция современных ГТП осуществляется по трем основным направлениям: по этапам технологических цепей управления, по направлениям развития программно-технических средств и организационно-экономических подсистем. Интеграция обеспечивает комплексное применение на газотранспортном предприятии локальных автоматизированных и информационных систем, баз данных (БД), разнотипных средств автоматизации компрессорных станций (КС), сетей передачи данных (СПД), построенных на различных технологиях информационного взаимодействия, локальных вычислительных сетей (ЛВС), автоматизированных рабочих мест (АРМ).

Нетривиальность задачи вертикальной интеграции по данным ГТП обусловлена следующими факторами:

– большим объемом первичных данных, и, как следствие, возникновением проблем с производительным доступом к ним, а так же доступа к каналам связи и системам хранения информации о функционировании;

– сложностью администрирования информационных процессов;

– избыточностью первичных данных;

– необходимостью поддержки большого числа промышленных технологий информационного взаимодействия для доступа к данным различных фирм производителей;

– необходимостью недопущения воздействия на технические средства обработки информации, в результате которого может быть нарушено и (или)

прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры на стыке офисных и технологических сетей.

Рост популярности платформ реагирования на инциденты (IRP) вызван как видимыми бизнесу атаками (WannaCry, Petya, большие DDoS-атаки на российские банковские и государственные структуры), так и постепенным уменьшением объема доступной на рынке труда экспертизе по данному вопросу. Особую актуальность тематика автоматизации реагирования на инциденты приобрела из-за точности и скорости процедур и процессов реагирования. Ведь именно в этот момент счет идет на секунды – должностным лицам оперативно-диспетчерской службы необходимо снизить время реагирования (а значит, понесенный ущерб) до минимального значения.

Инцидент на опасном производственном объекте системы газоснабжения рассматривается, как **отказ или повреждение** технических устройств или систем (телемеханики, связи, энергоснабжения, электрохимзащиты и др.), **отклонение от режима** технологического процесса, не повлиявшие на работоспособность объекта, но вызвавшие **необходимость принятия нештатных действий,** не предусмотренных планом технического обслуживания и ремонта, для восстановления его безопасного состояния и требующее комиссионного расследования.

Крупные зарубежные коммерческие компании (Cisco, Computer Associates, ISS , Symantec и др.), и университетские научно- исследовательские центры (Columbia University, Florida Institute of Technology, Purdue University, Ohio University активно ведут **исследования в области методов анализа, позволяющих выявлять инциденты**. Такие нарушения нормального функционирования могут возникать в результате сбоев в работе аппаратного и программного обеспечения, а также воздействием вирусов и злоумышленников.

Сегодняшний **рынок платформ реагирования на инциденты** (Incident Response Platform – IRP) представлен: российскими решениями (Jet Signal, R-Vision Incident Response Platform, Security Vision Incident sponse Platform); зарубежными поставщиками платформ реагирования на инциденты (CyberBit SOC 3D, IBM); Open-Source-платформы реагирования на инциденты (Fast Incident Response (FIR), The Hive). Следует указать, что спрос на эти решения в основном еще не квалифицирован, а, на сегодняшний день, решений явно недостаточно. Кроме того, развитие функциональности представленных платформ идет впечатляющими темпами.

В основе настоящего диссертационного исследования лежат результаты работ в области ***теории построения распределенных систем*** (В.С. Бурцев, В.В. Воеводин, В.В. Корнеев, Э. Таненбауэм), ***теории информационных процессов в автоматизированных системах*** (А.Д. Иванников, И.С. Константинов, В.П. Кулагин, В.Т. Еременко, А.Н. Тихонов), ***теории вероятностей и случайных процессов*** (Ю.К. Беляев, И.И. Коваленко, В.М. Шуренков, Б.А. Севастьянов, А.Д. Соловьев, Д. Кокс, В. Смит), ***теории разработки математических моделей сетей передачи данных*** (Г.П. Башарин, В.М. Вишневский, А.Н. Дудин, В.С. Жданов, G. Balbo, S.C. Bruell, L. Fratta, L. Kleinrock, M. Okivetty), ***теории автоматизации процессов***

информационного взаимодействия на газотранспортных предприятиях (С.А. Богдан, И.С. Решетников, Н.В. Журавлева, А.А. Басавин, В. Beme).

В этих и других работах имеются достаточные научные предпосылки для решения поставленной научной задачи. Между тем, до настоящего времени существующие подходы к решению проблемы исследования процессов деятельности в распределенной системе управления газотранспортного предприятия применимы для условий их нормального функционирования, полученные оценки производительности являются завышенными, а инциденты учитываются не в полной мере.

Архитектура и функциональные возможности решений платформ реагирования на инциденты во многом формируются стихийно, и даже мировые лидеры не в состоянии принести клиентам детальный стек проработанных процессов управления инцидентами. Возникает острая потребность разработки качественных математических и процессных моделей.

Указанные обстоятельства обусловили выбор объекта, предмета и цели исследования:

Объект исследования – процессы информационного взаимодействия в газотранспортных предприятиях в условиях возникновения инцидентов;

Предмет исследования – модели, алгоритмы процессов информационного взаимодействия в газотранспортных предприятиях в условиях возникновения инциндентов;

Цель исследования – оценка качества функционирования коммуникационной среды в условиях возникновения инциндентов.

Для достижения сформулированной цели были поставлены ***следующие задачи:***

1. Анализ тенденций развития рынка платформ реагирования на инциденты и технических решений
2. Структурный анализ процессов в проектировании деятельности газотранспортного предприятия в условиях инцидентов
3. Разработка логико-лингвистической модель оценки возникновения инцидента в компонентах газотранспортного предприятия.
4. Анализ существующего опыта прогнозирования инцидентов в деятельности газотранспортного предприятия
5. Разработка структуры советующей подсистемы управления газотранспортным предприятием в условия возникновения инцидентов.

Методы исследования. Для достижения цели исследования использовались следующие методы: методы построения распределенных систем, методы распределенных вычислений, методы математического и имитационного моделирования.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций достигнута за счет корректного применения известных методов исследования адекватных природе изучавшихся процессов и явлений; обобщения накопленного опыта работы по процессам информационного обмена в беспроводных сетях передачи данных, а так же непротиворечивости и воспроизводимости результатов, полученных теоретическим путем.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что разработаны:

1. *Модель деятельности газотранспортного предприятия в условиях инцидентов,* базирующаяся на методологии структурного анализа и проектирования (*structured analysis and design technique – SADT*), отличающаяся учетом перекрестных информационных взаимодействий и позволяющих скоррелировать потоки исходящей информации и входные данные *(пункт 6 Паспорта специальности)*.
2. *Нечеткая логико-лингвистическая модель оценки возникновения инцидента в компонентах газотранспортного предприятия*, базирующаяся на аппарате нечетких ситуационных алгоритмов обработки информации, отличающаяся предложенными продукционными правилами с лингвистическими переменными и позволяющих использовать опыт экспертов при возникновении инцидентов *(пункт 8 Паспорта специальности)*.
3. *Алгоритм прогнозирования инцидентов в деятельности газотранспортного предприятия,* базирующийся на нечеткой логико-лингвистической модели оценки возникновения инцидента в компонентах и отличающийся учетом детерминированных и недетерминированных факторы производства, присутствием недостоверности в данных и позволяющий осуществлять прогнозирование для должностных лиц производственно-диспетчерской службы *(пункт 8 Паспорта специальности)*.
4. *Структура советующей подсистемы управления газотранспортным предприятием в условия возникновения инцидентов*, базирующаяся на нечеткой модели «ситуация-действие», отличающаяся учетом детерминированных и недетерминированных факторы производства, позволяя определить искомое значение возможности оценки возникновения инцидента, исходя из опыта экспертов и заложенных в нее знаний в предметной области *(пункт 9 Паспорта специальности)*.

Практическая значимость исследования заключается в реализации теоретических положений в практической деятельности ООО "НТЦ Космос-Нефть-Газ" (г. Воронеж) и доведения их до конкретных программных средств (5 Свидетельств об официальной регистрации программы для ЭВМ, зарегистрированных Федеральной службой по интеллектуальной собственности).

Работа выполнена в рамках Государственного контракта №16.740.11.0041 «Разработка распределенных автоматически профилируемых средств обработки, архивирования и защиты диагностической информации» (Заказчик – Министерство образования и науки РФ), выполняемого по Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 гг.

Апробация и публикации. Научные результаты, полученные в исследовании, докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях: XV-ой конференции преподавателей и аспирантов ГУ – УНПК «Неделя науки» (г. Орел, 2010); XVI-ой конференции преподавателей и аспирантов ГУ – УНПК «Неделя науки» (г. Орел, 2011); XVII-ой конференции

преподавателей и аспирантов ГУ – УНПК «Неделя науки» (г. Орел, 2012); III Международной научно-практической конференции «Моделирование и прогнозирование в управлении: методы и технологии» (г. Орел, 2011); V-ой Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП)» (г. Орел, 2012).

Положения, выносимые на защиту:

1. Модель деятельности газотранспортного предприятия в условиях инцидентов
2. Нечеткая логико-лингвистическая модель оценки возникновения инцидента в компонентах газотранспортного предприятия.
3. Алгоритм прогнозирования инцидентов в деятельности газотранспортного предприятия
4. Структура советующей подсистемы управления газотранспортным предприятием в условия возникновения инцидентов.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано: 1 монография, 11 статей в журналах из перечня ВАК, 8 докладах на различных конференциях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и задачи, научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава. Особенности процесса управления эксплуатацией оборудования в связаны со следующим кругом обязанностей и ответственности:

– ГТП обслуживает большой набор разного по своей структуре оборудования – газопроводы, газоперекачивающие агрегаты, системы катодной защиты, за-порно-регулирующую арматуру, газораспределительные станции;

– ГТП отвечает за все вопросы, связанные с эксплуатацией вверенного участка газотранспортной системы – от согласования планов по газификации до (на некоторых предприятиях) расчётов с потребителями, от подготовки планов ремонтных работ до возмещения ущерба землевладельцам;

– ГТП работает на территории нескольких субъектов Российской Федерации (областей, округов) со своими местными особенностями;

– ГТП имеет территориально-распределённую структуру обслуживаемого оборудования;

– деятельность ГТП регламентирована планами, лимитами, программами и нормативными документами родительской компании, ОАО «Газпром».

Важнейшим аспектом реализации системы управления является горизонтальная и вертикальная интеграция данных. Вертикальная интеграция означает агрегацию данных для верхних (по схеме подчиненности уровней) и передачу заданий с верхних уровней управления. Горизонтальная интеграция обеспечивает доступ различным приложениям, задачам легальным пользователям и позволяет использовать всю имеющуюся информацию для

принятия решения. Диспетчеры всех уровней (ЦДС, ДП ЛПУ и др.) имеют возможность контролировать процесс в реальном масштабе времени, использовать ОСОДУ для быстрого и оперативного принятия решений при действиях в различных ситуациях.

Основополагающим принципом построения многоуровневых интегрированных систем управления является сочетание на всех его уровнях (кроме самого нижнего – локальных систем) задач контроля и управления в реальном времени SCADA (англ. – Supervisory Control And Data Acquisition) и комплекса задач, не регламентированных нормами реального времени, основанных большей частью на реляционных базах данных, (задач управления производственными процессами, реализуемых через систему Manufacturing Execution System – MES). Задачи, не регламентированные нормами реального времени, (к которым относится управление инцидентами) также решаются периодически, используют данные, полученные от систем SCADA и служащие основой для принятия решения об инциденте.

Российские поставщики решений обладают уникальными функциями (собственные агенты, управление активами предприятия и мониторинг коммуникационной среды) либо лучшими функциями на уровне мировых конкурентов. Зарубежные поставщики платформ реагирования пока только присматриваются к российскому рынку. Открытые решения ориентированы на рынок среднего бизнеса.

Общими проблемами и факторами повышения вероятности инциндентов являются: высокая степень износа основных производственных фондов; недостаточный уровень производственной и технологической дисциплины; недостаточный уровень подготовки специалистов и персонала.

Поэтому необходимо предупреждать или ослаблять количество инциндентов путем перехода на новую стратегию, основанную на принципах их прогнозирования и предупреждения.

Особенностью построения АСУ газотранспортного предприятия, которую можно экстраполировать на многие системы распределенного диспетчерского управления, является отсутствием в России баз данных по инцидентам и отказам оборудования, работающего в российских условиях.

Поставлена задача диссертационного исследования.

Во второй главе предложена математическая модель

При описании функциональных требований к системе, перед специалистами встает задача выбора уровня детализации требований, методов описания, включая формализованное описание с использованием графического моделирования. В исследовании был выбран подход, основывающийся на методологии структурного анализа и проектирования SADT (Structured Analysis and Design Technique), реализованной в виде нотации IDEF0 (Integration DEFinition). для описания функциональных требований к разрабатываемым системам используются модели вариантов использования («модель прецедентов»). Разработка, внедрение и эксплуатация подсистемы сбора и обработки информации об инцидентах

(отказах) представляет собой многофункциональную динамическую систему, для которой характерны признаки, присущие сложным системам.

При функциональной декомпозиции она может быть расчленена на более простые подсистемы, которые реализуют определенную совокупность самостоятельных функций и могут рассматриваться как структурные единицы.

Предлагаемая модель представляет собой серию диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков. Детали каждого из основных блоков показаны в виде блоков на других диаграммах. Каждая детальная диаграмма является декомпозицией блока из более общей диаграммы. На каждом шаге декомпозиции более общая диаграмма является родительской для более детальной диаграммы.

Предложенная модель в нотации IDEF0 (рисунок 1) описывает: что система делает, что она производит, какая информация используется для управления, какие ресурсы и средства применяются для исполнения ее функций.

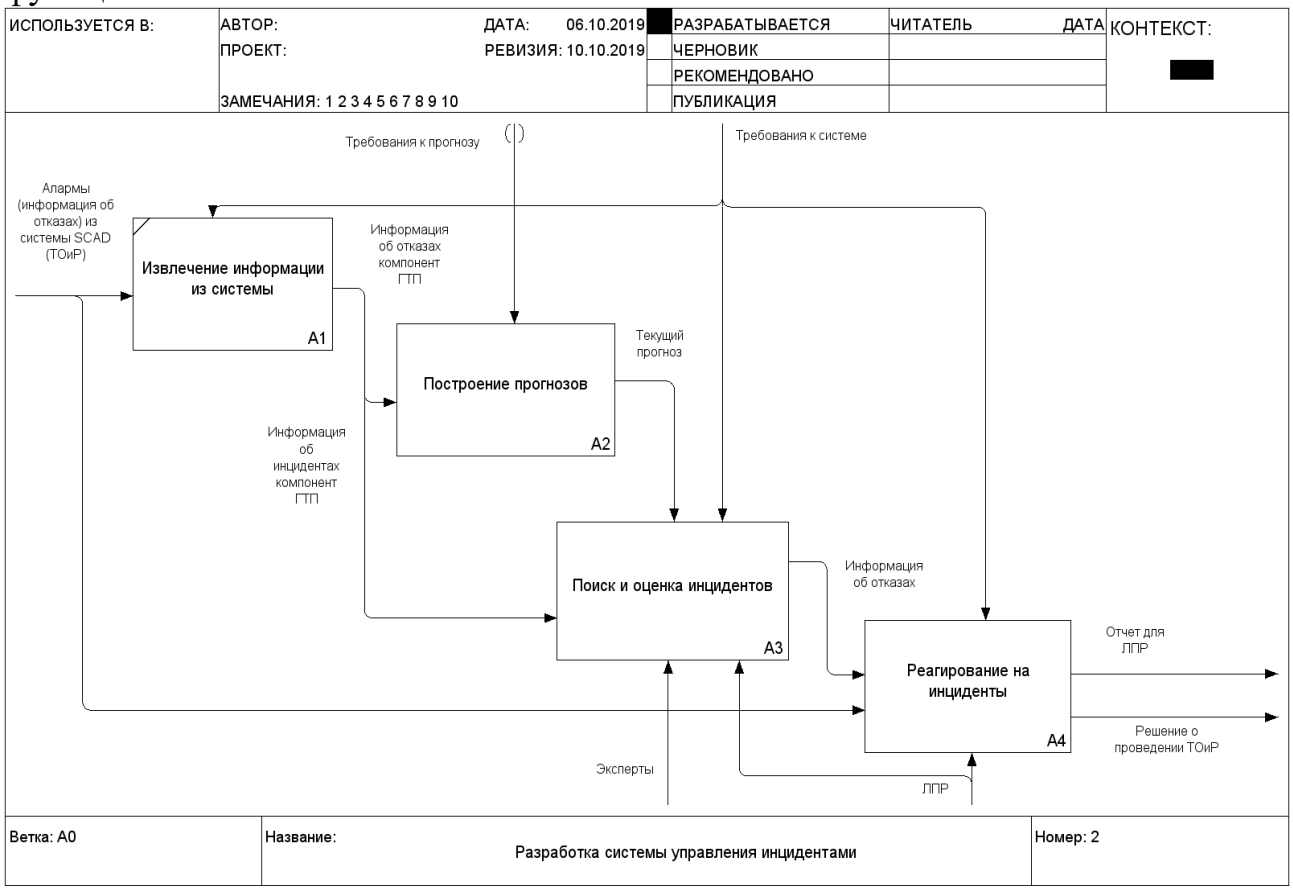

Рис.1 Разработка системы управления инцидентами в нотации IDEF0.

В третьей главе представлена логико-лингвистическая модель оценки возникновения инцидента в компонентах газотранспортного предприятия.

Разработана диаграмма вариантов использования системы управления инцидентами или, другими словами, то, что система будет делать в процессе своего функционирования.

В системе выделен один актер (взаимодействующий с системой) – пользователь. Варианты использования, которые система предоставляет актеру

– ввод нечетких данных, задание шкалы и получение отчета о проделанных действиях.

Ввод нечетких данных состоит в свою очередь из задания функции принадлежности, параметров функции и задания интервала (или указания признака того, что задаваемая переменная будет степенной).

Система на основе введенных данных будет производить кластеризацию, которая будет включать в себя определение векторов характеристик, их нормализацию, метрик, и само разбиение на кластеры в зависимости от выбранных векторов и метрик. Кластеризация данных – первый этап перед шкалированием данных, поэтому необходимо задание шкалы, по которой будут выстраиваться кластеры.

Показано, что построение основных лингвистических переменных возникновения инцидентов, с использованием которой составляются прогнозирующие правила и решается задача автоматизации прогнозирования на основе причинной модели. Переход от лингвистических переменных к их числовому представлению позволяет использовать для получения прогноза методы формальных вычислений.

Нечеткую модель и механизм нечеткого вывода представим следующим образом:

$$\mu_{B_i'}(y) = \underset{i=1..20}{S} \sup_{x \in X} \{T[\alpha_i, \mu_{\tilde{A}_i \to \tilde{B}_i}(x, y)]\} =$$

$$= \underset{i=1..20}{S} \sup_{x_1,\dots,x_7 \in X} \{T(\mu_{\tilde{A}_{i1}'}(x_1), T(\mu_{\tilde{A}_{i2}'}(x_2), T(\mu_{\tilde{A}_{i3}'}(x_3), T(\mu_{\tilde{A}_{i4}'}(x_4),$$

$$T(\mu_{\tilde{A}_{i5}'}(x_5), T(\mu_{\tilde{A}_{i6}'}(x_6), T(\mu_{\tilde{A}_{i7}'}(x_7), \mu_{\tilde{B}_i}(y))))))))\}.$$

В итоге для выходной переменной формируется нечеткое множество с функцией принадлежности

$$\mu_{B'}(y) = S\{\mu_{\tilde{B}_1'}(y), S\{\mu_{\tilde{B}_2'}(y), \dots, S\{\mu_{\tilde{B}_{19}'}(y), \mu_{\tilde{B}_{20}'}(y)\}\}\}.$$

Ниже представлено аккумулирование заключений по правилам, проиллюстрированным на рисунке 3. Объединение найденных усеченных нечетких множеств проводится с использованием S-операции.

В четвертой главе изложены результаты разработки структуры советующей подсистемы управления газотранспортным предприятием в условия возникновения инцидентов

Актуальной задачей при построении советующей системы является перенос функций диспетчера по анализу данных, прогнозированию ситуаций на компоненты интеллектуальной системы поддержки принятия и исполнения решений.

Концепция предлагаемой системы включает целый ряд средств, объединенных общей целью – способствовать принятию и реализации рациональных и эффективных управленческих решений. Основными структурными составляющими разрабатываемой системы являются база знаний и механизм логического вывода. База знаний позволяет хранить совокупность фактов, закономерностей (знаний), описывающих проблемную область, и

правила, описывающие целесообразные формы структурирования, формализации и преобразования знаний в рассматриваемой предметной области.

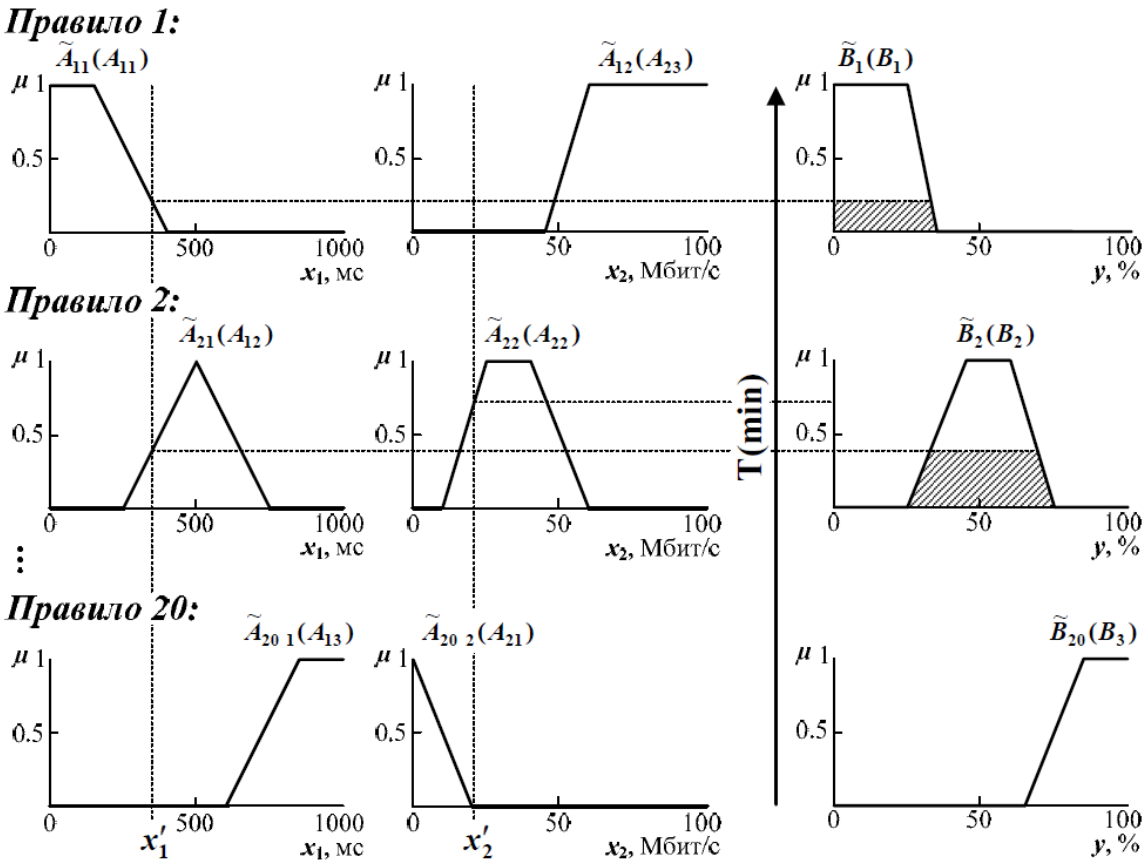

Рис. 2. Активизации заключений алгоритма нечеткого вывода

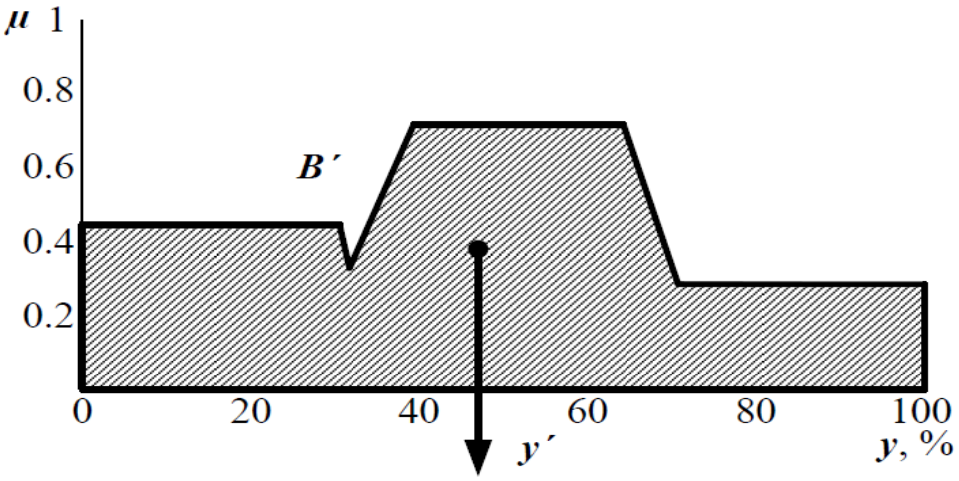

Рис.3 Аккумулирование заключений.

Основными структурными составляющими разрабатываемой системы являются база знаний и механизм логического вывода. База знаний хранит совокупность фактов, закономерностей, отношений (знаний), описывающих

проблемную область, и правил, описывающих целесообразные формы структурирования, формализации и преобразования знаний в этой области.

Механизм логического вывода, используя текущие или промежуточные исходные данные (факты) и знания из базы знаний об инцидентах, будет формировать последовательность правил, которые, будучи применены к исходным данным (фактам), полученным в результате контроля состояния процесса, приведут к решению конкретной задачи диагностики, прогнозирования и регулирования параметров технологического процесса.

Существенным отличием предлагаемого подхода является то, что программное средство способно настраиваться на любые исходные данные без изменения ядра программы.

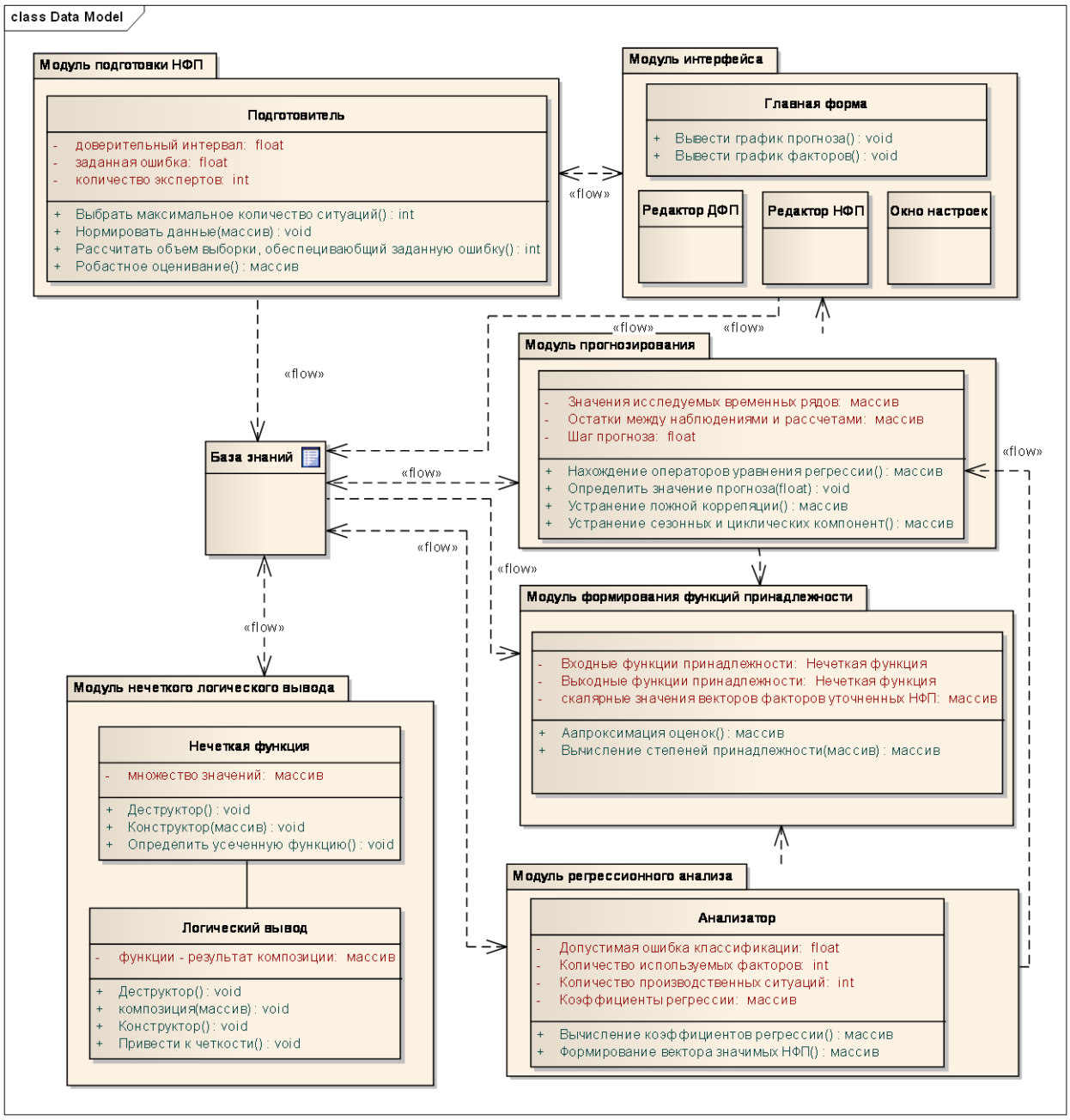

Рис 4. Модульная структура системы управления инцидентами

Анализ алгоритмов обнаружения инцидентов осуществлялся по следующим показателям: количество выявленных инцидентов; время их выявления; количество ложных тревог (рис. 5).

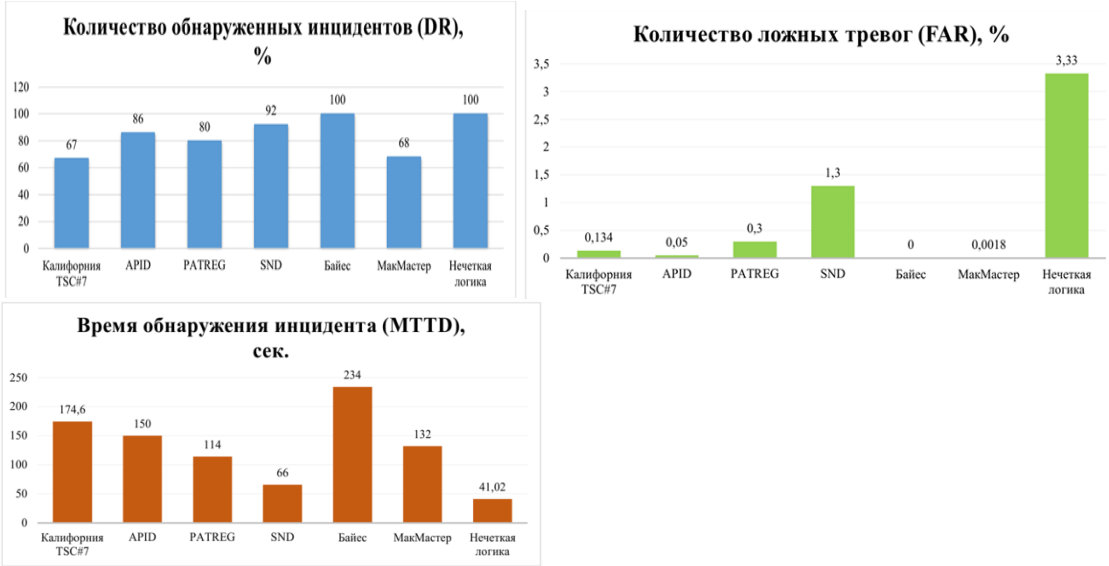

Рис.5 Анализ алгоритмов обнаружения инцидентов по показателям: количество выявленных инцидентов; время их выявления; количество ложных тревог.

Самый сложный по реализации и интеграции является алгоритм Байеса, но у него самый лучший результат по количеству обнаруженный инцидентов (100%) и количеству ложный тревог (0%). Но при этом данному алгоритму требуется наибольшее время для анализа поступающих данных.

Алгоритм PATREG показывает хорошие результаты при низкой и средней интенсивности транспортировки газа. Связано это с тем, что при более высоком давлении, транспортировка описывается не совсем адекватными данными из-за интенсивности их поступления .

Самый худший результат – у алгоритма МакМастера, процент определения инцидентов ниже 70%, но показатель ложных тревог почти сведен к 0%. Одним из существенных недостатков является сложность реализации и стоимость внедрения.

Был проведен сравнительный анализ предложенного алгоритма с другими существующими алгоритмами определения инцидента (по типу данных, по производительности). Алгоритм на основе нечеткой логики показал самые высокие результаты по количеству выявленных инцидентов (100%) и времени их выявления (среднее значение 41,02 сек.). Но алгоритм показал наихудший результат по количеству ложных тревог (3,33%). Данный результат обусловлен малым количеством проведенных экспериментов (в сумме 90).

В заключении сформулированы основные результаты работы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ:

В диссертационной работе решена научно-техническая задача по управлению процессами газотранспортного предприятия в условиях инцидентов. В рамках проведенных исследований получены следующие основные результаты:

Для описания элементов декомпозированной системы управления деятельностью в условиях инцидентов использовано ее представление, как

стохастической системы с неполной информацией о состояниях. В связи с тем, что стоящие перед управления производственной деятельностью в условиях инцидентов, являются сложно формализуемыми, то это обуславливает применение методов экспертных оценок, лингвистических переменных, мягких измерений, имитационного моделирования, теории нечетких множеств.

Проведенный анализ взаимодействия компонентов АСУ ГТП показал, что перекрёстных взаимодействий здесь достаточно много и потоки исходящей информации и потоки требуемых входных данных должны быть скоррелированы. При проектировании потоков информации между отдельными модулями удалось соблюсти баланс загрузки пользователей и передаваемой информации.

С помощью SADT-методологии для системы управления деятельностью в условиях инцидентов удалось решить следующие основные задачи: анализ изменения функций, выполняемых системой в этих условиях; спецификация требований и функций проектируемой системы; формализация процессов проектирования системы.

В результате проведенного исследования разработана нечеткая логико-лингвистическая модель оценки возникновения инцидента в компонентах газотранспортного предприятия. Вводятся лингвистические переменные, которые определяют различные свойства системы управления ГТП, влияющие на возникновение инцидентов (С помощью правил продукции и введенных лингвистических переменных экспертами (либо на основе экспериментальных данных) формируется база нечетких правил, в которой прописывается влияние определенного набора характеристик ГТП на возможность возникновения инцидента.

В работе выполнена проверка разработанной базы на полноту и непротиворечивость. Далее с помощью алгоритма нечеткого вывода для конкретных значений свойств системы управления ГТП и операции дефаззификации получаем четкое значение возможности возникновения инцидента.

Разработанная модель позволяет уйти от вероятностного подхода к оценке возникновения инцидента который обладает существенным недостатком – сложностью, а зачастую невозможностью определения вероятности такого события. Модель базируется на теории возможностей, позволяя определить искомое значение возможности возникновения инцидента, исходя из опыта экспертов, заранее заложивших в нее свои знания, либо на основе проведенных измерений в реальных условиях эксплуатации.

Для проектирования и построения АСУ и прогнозирования качества, применяется общий алгоритм обнаружения инцидентов. Основная идея предлагаемой системы поддержки и принятия решений заключается в том, что

она предоставляет специалисту набор инструментов и средств, правильное применение которых помогает принимать эффективные и рациональные решения, а затем их реализовывать.

Состояние объекта транспортировки газа можно разделить на два состояния: нормальное состояние и статус «произошел инцидент». Два этих состояния не имеют четкой границы, поэтому возникает множество проблем в определении пороговых границ для традиционных методов обнаружения инцидентов. Поэтому предлагается советующая подсистема управления газотранспортным предприятием в условия возникновения инцидентов, базирующаяся на нечеткой модели «ситуация-действие».

Вектор значимых факторов для обнаружения инцидента может быть разделен на две группы: детерминированные и недерминированные факторы. Каждому фактору в соответствие ставится название и значение, которые вносятся посредством пользовательского интерфейса программной части системы управления в базу знаний для дальнейшего использования.

Спроектирован детальный план реализуемой системы, содержащей ее концептуальные элементы, с использованием языка моделирования UML.

Разработана диаграмма активности, которая содержит алгоритм действий подсистемы сбора данных, который реализуется программным приложением.

Предложена диаграмма взаимодействия для реализации программы. Такая структурная схема разделена на две части для того, чтобы облегчить понимание схемы и сделать более удобным восприятие информации с учетом детерминированных и недетерминированных факторов. Разделение интерфейса оператора технологического процесса на две связанные между собой части позволяет получать максимальное количество информации о качестве технологических процессов ГТП в условиях инцидентов на протяжении заданного периода времени.

Анализ алгоритмов обнаружения инцидентов осуществлялся по следующим показателям: количество выявленных инцидентов; время их выявления; количество ложных тревог.

Был проведен сравнительный анализ предложенного алгоритма обнаружения инцидентов на основе нечеткой логики с другими существующими алгоритмами определения инцидента (по типу данных, по производительности). Алгоритм на основе нечеткой логики показал самые высокие результаты по количеству выявленных инцидентов (100%) и времени их выявления (среднее значение 41,02 сек.). Однако алгоритм показал наихудший результат по количеству ложных тревог (3,33%).

Одним из путей разрешения противоречия между соотношением ложных тревог возникновения инцидентов и временем, которое требуется для обнаружения возникшего инцидента является использование весового алгоритма для объединения нескольких алгоритмов и для определения инцидента на объекте ГТП.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Монографии

1. Еременко, С.В. Теоретические основы управления обменом данными в среде корпоративного портала промышленного предприятия/ С.В. Еременко, М.Ю. Рытов, К.А. Мегаев. – Брянск: Изд-во БГТУ, 2014. – 185 с.

Статьи в журналах из перечня ВАК

2. Еременко С.В. Моделирование процессов информационного взаимодействия в коммуникационной среде газотранспортных предприятий при возникновении инциндентов. / С.В. Еременко // Информационные системы и технологии. –2019. – № 6. – С. 51-58.

3. Еременко С.В. Разработка архитектуры системы поддержки принятия решений при обработке информации на основе концепции хранилищ данных./ В.Т. Еременко, С.В. Еременко, Ю.В. Силенок // // Информационные системы и технологии. –2019. – № 4. – С. 45-55.

4. Еременко С.В. Моделирование сбора и обработки вертикально интегрированных данных реального времени в корпоративном портале распределенного предприятия с непрерывным технологическим циклом. / С.В. Еременко // Информационные системы и технологии. –2015. – № 1. – С. 51-58.

5. Еременко С.В. Направления и проблемы интеграции автоматизированных систем управления для предприятий с непрерывным технологическим циклом./ С.В. Еременко, В.Т. Ерёменко, Д.С. Мишин, Т.М. Парамохина, А.В. Ерёменко, // Информационные системы и технологии. – 2014. – №3. – С. 51-58

6. Еременко С.В. Метод оценки параметров процессов сбора и обработки вертикально интегрированных данных реального времени. / С.В. Еременко // Фундаментальные проблемы техники и технологии. –2014. – № 6. – С. 46-51

7. Еременко С. В. Анализ моделей управления трафиком в сетях АСУП на основе технологии MPLS./ С.В. Еременко, В.Т. Еременко, Д.В. Анисимов, С.А. Черепков, А.А. Лякишев.// Информационные системы и технологии. – 2013. – №1. – С. 106-112.

8. Еременко С. В. Методологические аспекты противодействия неправомерному доступу в системах передачи данных./ С.В. Еременко, Мишин Д.С., // Информационные системы и технологии. –2013. – №2. – С. 132-137.

9. Еременко С. В. Моделирование системы обнаружения функциональных объектов программного обеспечения в условиях отсутствия исходных текстов./ С.В. Еременко, М.Н. Горюнов, А.Г. Мацкевич, А.Л. Ершов. // Информационные системы и технологии. –2013. – №3. – С. 110-117.

10. Еременко С. В. Подход к разработке архитектуры защиты данных корпоративных порталов газотранспортного предприятия./ С.В. Еременко. // Информационные системы и технологии. –2013. – №5. – С. 121-128.

11. Еременко С. В. Принципы и методы противодействия неправомерному доступу в сфере информационных технологий / С.В. Еременко, Д. С. Мишин, О.В. Третьяков // Известия Тульского государственного университета. Серия «Технологическая системотехника». Выпуск 10.– Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. – С. 66 – 71.

12. Еременко С. В. Методы анализа реализаций протоколов информационного обмена / С. В. Еременко В.Т. Еременко, С.И. Афонин , Д.Г. Богачев // Известия Тульского государственного университета. Серия «Технологическая системотехника». Выпуск 11. –Тула: Изд-во ТулГУ,2006. – С. 3 – 12.

Основные публикации в журналах и материалах конференций

13. Еременко С. В. Методологические аспекты противодействия несанкционированному доступу в сфере информационных технологий / С.В. Еременко, Д. С. Мишин // Известия Орловского государственного технического университета. Серия «Информационные системы и технологии». III Всероссийская научно-практическая Интернет-конференция «Методы прикладной математики и компьютерной обработки данных в технике, экономике, экологии». Труды конференции. – Орел: Изд-во ОрелГТУ, 2006.– № 12 – С.235 – 239.

14. Еременко С. В. Методологические аспекты противодействия неправомерному доступу в системах передачи данных / С.В. Еременко, Д. С. Мишин // Материалы V Международной научно-техническая конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». Труды конференции. г. Орел, 2012 – [Электронный ресурс] – http://itnop.gu-unpk.ru/conferences/2/materials/manager/view/182.

15. Еременко С. В. Технические аспекты противодействия неправомерному доступу в системах передачи данных / С.В. Еременко // Материалы V Международной научно-техническая конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». Труды конференции. г. Орел, 2012 – [Электронный ресурс] – http://itnop.gu-unpk.ru/conferences/2/materials/manager/view/188.

16. Еременко С. В. Управление защитой данных в корпоративных порталах газотранспортного предприятия / С.В. Еременко // Материалы Международной научно-технической интернет-конференции «Информационные системы и технологии». Труды конференции. г. Орел, 2013 – [Электронный ресурс] – http://isit-conf.gu-unpk.ru/conferences/2/materials/manager/view/220

17. Еременко, С.В., Функциональная архитектура модульных структур сбора и обработки данных газотранспортных предприятий / С.В. Еременко Пеньков, Н.Г., Полякова, А.Г., Иванова, С.Н. // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2013[Текс]: материалы 2-й Международной научной конференции (13-15 ноября 2013 года): сб. науч. тр.: в 6 т. – Курск, 2013. – Т.4. - С. 134-138.

18. Еременко С. В. Способы и приемы аудита комплексной системы безопасности объекта информатизации / С.В. Еременко, В.Т. Еременко, Д. С.

Мишин // Материалы VI Международной научно-техническая конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». Труды конференции. г. Орел, 2014 – [Электронный ресурс] – http://youconf.ru/itnop2014/materials/manager/view/316

19. Еременко С. В. Алгоритм решения задачи обоснования структуры и основных характеристик АСУ технологических объектов хранилищ газа / С.В. Еременко, В.А. Ягупов// Материалы VI Международной научно-техническая конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». Труды конференции. г. Орел, 2014 – [Электронный ресурс] – http://youconf.ru/itnop2014/materials/manager/view/293

Свидетельства о регистрации программ

1. Еременко С.В., Костин С.В., Костомаров А.И., Максаков С.А., Программное средство оптимизации пропускной способности для систем с общей шиной и переменной структурой. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007614063 Федеральной службы по интеллектуальной собственности. Дата поступления 24 июля 2007 г. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 21 сентября 2007 г.

2. Еременко С.В., Демидов А.В., Еременко В.Т., Еременко А.В., Кузьмина Л.В., Краснов Д.А., Липатова О.Г. Программное средство защиты диагностических данных с клиент-серверной архитектурой. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2012617352 Федеральной службы по интеллектуальной собственности. Дата поступления 21 июня 2012 г. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 15 июня 2012 г.

3. Еременко С.В., Кондрашин А.А., Еременко В.Т., Тютякин А.В., Кузьмина Л.В., Борисов О.М., Белякова Д.Э. Программное средство комплексной обработки диагностических данных с клиент-серверной архитектурой. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2012618864 Федеральной службы по интеллектуальной собственности. Дата поступления 1 августа 2012 г. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 28 сентября 2012 г.

4. Еременко С.В., Кондрашин А.А., Еременко В.Т., Тютякин А.В., Семашко Е.А., Борисов О.М., Плащенков Д.А. Клиентское приложение архивирования диагностических данных. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2012618866 Федеральной службы по интеллектуальной собственности. Дата поступления 1 августа 2012 г. Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 28 сентября 2012 г.

5. Еременко, С.В. Программное средство управления ресурсами в среде корпоративного портала. / С.В. Еременко, С.А. Черепков, А.А. Лякишев, К.А. Мегаев, Д. В. Анисимов, М.Ю. Рытов / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619124 Федеральной службы по интеллектуальной собственности от 25 сентября 2013 г.