

Н. И. Юсупова, Г. Р. Шахмаметова

ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Статья посвящена анализу научных проблем, которые обсуждались на российско-немецком семинаре «Инновационные информационные технологии: теория и практика», и перспективным разработкам в данной области. Рассматриваются вопросы, связанные с разработками в области искусственного интеллекта, экспертных систем и инженерии знаний, а также с прикладными исследованиями. *Информационные технологии; интеллектуальные технологии; интеграция; прикладные исследования*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для успешного выполнения научных исследований важным является развитие научной кооперации российских ученых с международным научным сообществом, которое может сыграть ключевую роль в определении дальнейших направлений развития научных исследований в области информационных технологий. Эта задача решается с помощью разных инструментов и с использованием различных форм. Особую роль при этом играют научные конференции и семинары.

Российско-немецкий семинар «Инновационные информационные технологии: теория и практика» – научное мероприятие, на котором были представлены последние достижения участников в области теоретических исследований, связанных с инновационными информационными технологиями, а также результаты практического применения в ряде предметных областей (геоинформационных системах, безопасности данных, двигателестроении, робототехнике). К участию в семинаре были привлечены ведущие зарубежные ученые и представители научных школ факультетов информатики немецких (Карлсруэ, Дрезден, Бонн) и российских (Уфа, Москва, Екатеринбург) университетов и научных центров.

Семинар был организован Уфимским государственным авиационным техническим университетом (Россия) совместно с университетом Карлсруэ (Германия), Техническим университетом Дрездена (Германия) и в сотрудничестве с российско-немецким Обществом дружбы

«Башкортостан – Германия» и Ассоциацией сотрудничества университетов «Башкортостан – Германия». В работе семинара приняли участие ученые из Дрезденского исследовательского центра (Forschungszentrum Dresden-Rossendorf).

Данная статья посвящена анализу научных проблем, которые обсуждались на российско-немецком семинаре «Инновационные информационные технологии: теория и практика» (Уфа, 25–31 июля 2009) и труды которого опубликованы в научном издании [1], и перспективным разработкам в данной области. В первом разделе статьи рассматриваются общие темы семинара, во второй части – вопросы, связанные с разработками в области искусственного интеллекта, экспертных систем и инженерии знаний, третья часть посвящена прикладным исследованиям.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМЫ

Темы представленных докладов касались как теоретической информатики, так и проектирования и внедрения сложных технических систем. В работе семинара отдельное внимание было уделено вопросам, связанным с проблемно-ориентированными системами, основанными на web-технологиях; с проблемно-ориентированными системами, основанными на знаниях, в частности, на основе онтологического подхода, интеграции инструментов нечеткой логики в деревья решений, технологии экспертных систем, а также вопросам, связанным с применением искусственного интеллекта в информационных технологиях, представлением знаний, компьютерингом и аппликативными вычислениями. Большинство российских участников представило доклады по результатам, которые были достигнуты в исследованиях, поддержанных грантами национальных фондов исследований. Дискуссии за круглым столом касались различ-

Контактная информация: (347) 273-77-17

Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации НШ-65497.2010.9 для ведущих научных школ

ных вопросов использования ИТ в высшем образовании и методах обучения как в российских университетах, так и в немецких. Вопросы создания образовательной системы подготовки кадров мирового уровня в области информационных технологий проектирования, производства и эксплуатации сложных технических объектов рассмотрены в [2].

Очень актуальным в современном мире является развитие связей между образованием, наукой и инновациями. На решение этой задачи и направлена инновационная образовательная программа университета, выполнение которой позволит значительно расширить взаимодействие с крупными отечественными и зарубежными техническими университетами в рамках программ академической мобильности обучающихся и преподавателей, а также путем интеграции созданного в результате реализации программы учебно-методического обеспечения образовательных программ университета в федеральную и корпоративную (с иностранными университетами) информационно-образовательную среду [2].

2. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ

Круг проблем, связанных с исследованием и разработкой систем искусственного интеллекта, в частности, систем, основанных на знаниях, экспертных систем, нашел отражение в [6, 7, 10]. Одним из активно развивающихся в УГАТУ направлений научных исследований является исследование и внедрение методов искусственного интеллекта: нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов, мягких вычислений – с использованием новых информационных технологий.

В последнее десятилетие ведутся успешные разработки в области систем обработки информации и управления, использующих методы и средства искусственного интеллекта, в частности экспертные системы, нейронные сети, нечеткую логику и др. В [7] рассмотрено применение инструментария искусственного интеллекта в информационных технологиях, дана ретроспектива разработок, в которых решаются теоретические и практические вопросы, исследуются характерные особенности и преимущества интеллектуальных систем, которые помогают эффективно управлять сложными динамическими объектами в условиях неопределенности, с малыми ресурсами и возможностью возникновения критических ситуаций. В информа-

ционно-управляющей системе с использованием экспертной системы осуществляется оценка воздушной обстановки, вырабатывается тактика выполнения полетного задания, контролируется рабочее состояние бортовых систем и планируются основные фазы полета на основе данных от различных внешних и бортовых информационных датчиков. Это позволяет повысить эффективность применения летательных аппаратов и увеличить безопасность полетов. Важным направлением исследований является соединение инструментария искусственного интеллекта с формальными моделями критических ситуаций. Ситуационный подход к управлению основан на обнаружении ситуаций из заранее определенного множества и принятии управленческих решений, ассоциированных с ситуациями (рис. 1). Рассматриваются также нейронные сети, нечеткая логика и генетические алгоритмы в приложениях. Полученные результаты нашли практическое применение в интеллектуальных системах обработки информации, контроля и управления летательными аппаратами, газотурбинными двигателями, автономными мобильными системами, объектами аэрокосмической техники и производственными системами, в интеллектуальных информационных системах поддержки принятия решений [7].

В [10] проведен анализ истории развития экспертных систем (ЭС) и инновационных решений на их основе. Такие традиционные ветви искусственного интеллекта, как нейронные сети и нечеткая логика, оказывают свое влияние и на эту область исследований и разработок. В последние годы отмечается развитие нейросетевых ЭС и ЭС с элементами нечеткой логики. Также прослеживается тенденция гибридизации ЭС с другими методами искусственного интеллекта, в том числе и с достаточно новым направлением Data Mining. С развитием Internet и сетевых технологий усиливается развитие сетевых ЭС, при этом серверы работают как базы знаний. Такие экспертные системы могут обеспечить работу большого количества пользователей, которые работают через сеть. Web-протоколы обеспечивают доступ к серверам знаний.

Медицина как объект приложений технологии экспертных систем давно интересует исследователей и разработчиков. На основе анализа требований, авторы [6] разрабатывают методологию для системы оценки и рекомендации терапии, основанной на знании, и программного обеспечения.

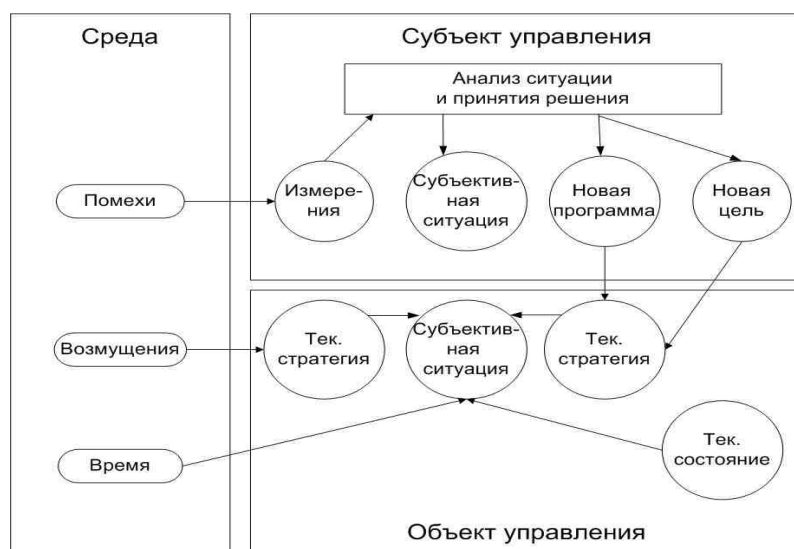


Рис. 1. Ситуационный подход к управлению

В работе использован математический подход на основе концептуального представления и рассуждения, рассматриваются структура базы знаний и применяемые технологии и интерфейсы для терапии.

Авторами [19] приводится новая технология автоматического анализа текста. Разработанная экспертная система позволяет извлечь максимум информации из текстовых файлов, при этом обеспечивается гибкость и высокая скорость работы. Архитектурные особенности системы позволяют быстро изменять глубину обработки текста и тип извлекаемой информации путем изменения порождающих правил.

На сегодняшний день основная тенденция развития ЭС состоит в том, что у нас в стране и за рубежом ЭС становятся составной частью активно развивающейся области науки об инженерии знаний.

Вопросы онтологического анализа рассматриваются в [8, 9]. Работы научной школы проф. Ж. Овчаровой (ТУ Карлсруэ) нашли свое отражение в [8], где представлена сетевая архитектура системы программного обеспечения на основе онтологии для систем, обеспечивающих поддержку процесса разработки продукта. Для этой цели создана общая модель интегрированной сети в междисциплинарной и распределенной среде. На основе анализа информации о продукте и изучения потребностей и проблем пользователя создана экспериментальная система для применения в области распределения продукции. На первый план выступает способность к взаимодействию применяемых систем. Главным элементом спроектированной модели

является архитектура системы программного обеспечения на основе онтологии, которая создает условия для возможности семантического взаимодействия в сети.

В [9] предлагается интеллектуальная система управления знаниями в организации на основе онтологического подхода. Применение онтологического подхода позволяет решать сложные проблемы, такие как координация концептуальных описаний предметной области, сделанных разными специалистами, когда различные концептуальные описания не согласуются друг с другом и имеют двойственное значение, а исследования не обеспечивают семантическую верификацию результатов.

Работа посвящена разработке моделей и методов для управления информационно-интеллектуальными ресурсами организации. Предлагается концепция по управлению интеллектуальным капиталом в информационно-емких организациях, отличающаяся тем, что она основана на построении онтологической базы знаний информационно-интеллектуальных ресурсов, на структурировании знаний, представленных в информационно-интеллектуальных ресурсах организации, и их представлении в онтологической базе знаний для решения задач поддержки принятия решений и управления взаимодействием при выполнении проектов оказания нематериальных услуг. Метод структурирования информационно-интеллектуальных ресурсов организации в онтологической базе знаний основан на построении совокупности взаимосвязанных когнитивных моделей специального вида – конфейнмент-моделей (рис. 2),

сочетании методов системного анализа и синтеза, вывода по аналогии и выявления системных триад, а также использовании специальной процедуры мозгового штурма для обеспечения эффективного взаимодействия аналитиков и экспертов. Разработанные с применением предложенных моделей и методов онтологические базы знаний применяются в управлении информационно-интеллектуальными ресурсами в ряде образовательных и научных организаций, предприятий индустрии здоровья и красоты, а также организаций, занимающихся оффшорной разработкой ПО и оказанием ИТ-услуг. Практическое применение предложенных моделей и методов показало повышение эффективности построения онтологических баз знаний информационно-интеллектуальных ресурсов, выражающееся в снижении временных затрат, необходимых для взаимодействия аналитиков с экспертами на 30–50%, а также упрощении структуры получаемых моделей в сравнении с традиционными методами построения баз знаний на 40–80%. Использование предлагаемого метода представляет удобный инструментарий для эффективного управления интеллектуальным капиталом информационно-емких организаций. Целью совместных исследований ТУ Дрездена и УГАТУ является разработка интеллектуальных методов вычислений, которые решают проблему принятия многокритериального решения по оценке потребителя с помощью субъективных и неточных данных, и их применение к дереву решений [5]. Основное внимание уделено обучающему модулю, чья роль состоит в представлении знаний, необходимых для принятия решений. Для этой цели использовались методы фазификации и дефазификации. Также описаны процесс принятия многокритериального решения и его нечеткая агрегация. Авторы рассматривают вопрос интеграции неопреде-

ленной информации в оценочные методы для оценки потребителя (рис. 3). В этом случае информация о потребителях представляется лингвистическими переменными, которые происходят из теории нечетких множеств. Характеристика потребителя в связи с определенной лингвистической переменной, например «прибыльность», выражается значением функции принадлежности к так называемому нечеткому множеству (или терму), например «высокая прибыльность». Для агрегации различных лингвистических переменных используется оценочная модель. Эта модель позволяет оценивать потребителя по интервальной шкале и становится все более популярной в маркетинге и менеджменте. Оценочные модели представляют взвешенную сумму определенных характеристик. Построение оценочной модели начинается с определения индикаторов, которые наиболее точно отражают соответствующие признаки потребителя.

Проблемы, касающиеся современных вычислений, нашли свое отражение в [3, 4]. Работа [3] посвящена вопросу поиска технических особенностей вычислений с помощью объектов. Их взаимодействие рассматривается в аппликативной среде, которая позволяет уточнять внутреннюю структуру обычных операций и, следовательно, понимать их свойства.

В статье рассматривается вопрос выбора исходных постоянных объектов, называемых комбинаторами. Эти начальные элементы используются как главные «строительные блоки», вступающие в аппликативной среде во взаимодействие друг с другом. В результате взаимодействия образуются структуры, дающие представительские ряды (совокупности) обычных операторов и встроенных вычислительных систем.



Рис. 3. Базовая структура задачи преобразования с двумя входами, одним выходом и тремя правилами преобразования

В [4] аппликативные вычислительные системы рассматриваются как основа построения множеств моделирующих бизнес-игр. Нестандартные подходы к разработке и реализации методов концептуального описания предполагают разработку инструментов поддержки описания предметной области в соответствии с используемыми теоретическими методами. В институте современного образования «ЮрИнфоР-МГУ» разработан прототип системы определения семантически ориентированных данных на основе аппликативных вычислительных систем.

3. ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Крупные исследовательские центры, такие как Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, обеспечивают научную рабочую среду для сотрудников, гостей и студентов со всего мира. Всем этим пользователям необходим доступ к локальному и удаленному научному оборудованию, устройствам и коммуникационным и информационным инфраструктурам. Сегодня почти все действующие проекты используют современные WEB и GRID технологии, пересекающие границы и континенты. Управление такой динамичной средой – задача сложная. В [15] раскрываются особенности системы управления, а также некоторые аспекты ее реализации.

Верификация модели и объекта с помощью OCL, разработанного в техническом университете Дрездена, рассмотрена в [16]. OCL – это формальный язык, стандартизированный ГУО (группа по управлению объектами), который позволяет разработать спецификацию ограничений на моделях, основанных на MOF (Meta Object Facility). После 10 лет исследований в области использования формальных методов в технике программного обеспечения OCL был высоко оценен промышленниками и продавцами инструментальных средств. OCL может применяться как на уровне метамодели (M2), так и на уровне модели (M1). На уровне метамодели OCL в основном используется для спецификации правил (WFR), предназначенных для моделей. Первоначально OCL использовался в унифицированном языке моделирования. Сегодня он является признанным способом определять семантику других метамodelей, основанных на MOF (Meta Object Facility), и языков, отражающих специфику предметной области. На уровне модели OCL помогает разработать спецификацию ограничений (инварианты, а также предусловия и постусловия) на объектах. В [16] представлены случаи применения OCL в контексте Дрезденского инструментария OCL.

Вопросы ИТ в робототехнике нашли свое отражение в [11, 12]. Интерактивное управление гибкой системой позиционирования 3D рассматривается в [11]. Разработан и экспериментально исследован алгоритм эффективного управления системами позиционирования 3D с различным дополнительно прикрепленным грузом. Такие системы позиционирования могут приводиться в действие как человеком, так и автономно двигаться по данной траектории. Их главная проблема – это большие различия между расчетной и реальной позицией и ориентацией ТСП и различные временные константы оси. Эти проблемы решены для передвижений с ручным управлением с использованием специальной обратной связи и алгоритмов управления. Система управления была выполнена на RTLinux/Linux. В [12] описаны технические методы и модели для анализа осязательных свойств робота, принципы осязательного анализа и рассмотрены проблемы, возникающие в процессе анализа. Предложена структура системы для преодоления типичных проблем технического и осязательного анализа. Наряду с основными принципами этой структуры дано описание компонентов такой системы и их исполнение. Представлены некоторые экспериментальные результаты и перспективы дальнейшей работы.

В [13] рассмотрена необходимость создания корпоративной ГИС для компаний и организаций для управления географически разбросанными объектами. Описан опыт разработки ГИС учеными УГАТУ, которые проводят исследования по разработке и осуществлению корпоративной ГИС для компаний и организаций федерального, регионального, территориального и местного уровней. Также рассмотрены направления развития корпоративной ГИС.

Применение технологии нейронных сетей в проектировании систем управления газотурбинных двигателей (ГТД) приведено в [14], где рассмотрены алгоритмы проектирования современной системы управления с нейронными сетями для газотурбинных двигателей, дается анализ особенностей построения алгоритмов управления и обеспечения отказоустойчивости с использованием нейронных сетей, рассмотрен подход к реализации аппаратного обеспечения модели нейронных сетей ГТД с двумя осями на основе Altera PLD.

Вопросы, касающиеся проблем экономического характера, можно найти в работах [17, 18, 20]. В [18] рассмотрены методы оценки инновационного потенциала предприятия в условиях переходной экономики. Авторы [17] представи-

ли функциональную схему управления процессом развития социальной инфраструктуры, где в качестве управляющего индекса выступает нормативный показатель кадровых изменений. В [20] рассмотрены вопросы применения интеллектуального анализа данных для решения задач управления и прогнозирования экономических показателей.

Проблемы защиты информации нашли свое отражение в [21]. Атаки, связанные с различными видами инъекций, предполагают введение посторонних команд или данных во входные параметры операционной системы с целью изменить ход ее работы и получить доступ к секретной информации. Подобного рода атаки широко распространены в Интернете. Сегодня из-за широкого применения XML-технологий особый интерес представляют исследования инъекций, характерных для данной области.

ВЫВОДЫ

Российско-немецкий семинар «Innovation Information Technologies: Theory and Practice» можно рассматривать как завершенный проект 2009 года. Представленные на семинаре доклады и последующие обсуждения дали участникам семинара глубокое понимание материала и раскрыли перспективу большого количества возможных совместных проектов между российскими и немецкими учеными в области интеграции инновационных информационных технологий, предназначенных для:

- интеллектуальных систем, позволяющих эффективно обрабатывать информацию и управлять сложными системами;
- развития экспертных систем и получения новых решений на основе их технологий;
- применения семантических информационных структур в технических системах;
- разработки систем управления жизненным циклом продукции;
- интеграции виртуального мира в геоинформационных системах и при моделировании технологических процессов в нефтегазовой отрасли;
- интеграции процессов и систем;
- интеллектуального анализа данных и технологий визуализации.

Эти темы планируется обсудить на последующих семинарах в процессе двусторонних обсуждений участников. Прямые контакты, которые были установлены участниками во время семинара, упростят коммуникацию между исследователями России и Германии. Таким обра-

зом, создаются условия для более жизнеспособных и устойчивых совместных проектов. В 2010 году стартуют два новых проекта по организации немецко-российских семинаров на немецкой стороне. Актуальная тематика интересна в научном плане, так как обсуждения фундаментальных идей откроют перспективы приложений во многих областях информационных технологий и в различных отраслях народного хозяйства.

Мероприятие было поддержано в рамках программ сотрудничества между Российским фондом фундаментальных исследований – РФФИ и Немецким исследовательским сообществом – DFG (грант 09-07-91360-ННИО_г).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Proceedings of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. 98 p.
2. **Guzairov M. B., Badamshin R. A.** Training of personnel in the field of information technologies in design, production and operation of complex technical objects // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 1–4.
3. **Wolfengagen V. E.** Quarks, atoms, molecules of computing // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 5–6.
4. **Ismailova L. Yu., Kosikov S. V.** Applicative computing systems as a basis of construction of sets of modelling business games // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 7.
5. **Hilbert A., Bogdanova D. R.** Integration of uncertain information into decision trees // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 8–12.
6. **Drzymajllo B., Guhlemann St., Iwer L., Petersohn U.** A knowledge based model for evaluation and recommendation of medicinal therapies // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 13–19.
7. **Yusupova N. I.** Use of tools of artificial intelligence in information technologies // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 20–24.
8. **Bittel V., Awad R., Ovtcharova J.** Analysis and semantic structuring of product information with the example – distribution // Proc. of the Russian-German Workshop “Innovation Information Technologies: Theory and Practice”. Ufa, Russia, 2009. P. 25–30.
9. **Popov D. V.** Intelligence system for knowledge management on the basis of the ontological approach //

Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 31–37.

10. **Shakhmametova G. R.** Innovative decisions on the basis of expert systems // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 38–43.

11. **Woern H., Tchouchenkov I.** Interactive control of a pliable 3D-rack // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 44–48.

12. **Braun D., Woern H.** Technical methods and models for the analysis of haptic properties // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 49–56.

13. **Pavlov S. V., Khristodulo O. I.** The experience of creation and prospects of development of corporate GIS // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 57–63.

14. **Vasilyev V. I., Idrisov I. I., Makarov A. S.** Neural network technologies of aeroengine control systems design // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 72–77.

15. **Konrad U., Schmeisser N.** Identity management in large research facilities // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 78–80.

16. **Demuth B., Wilke C.** Model and object verification by using Dresden OCL // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 81.

17. **Yusupova N. I., Lackman I. A., Volik E. O.** Scheme of building a block of strategies of social infrastructure development of industrial enterprises // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 82–83.

18. **Pashin S. T., Rodionova L. N.** Evaluation of innovation potential in the enterprise development strat-

egy // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 84–86.

19. **Mavlutov R. R., Rudnev N. A.** Technology of the automatic analysis of the text // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 87–89.

20. **Ivanova E. I., Yusupova N. I., Smetanina O. N., Verchoturova O. M.** Intelligent data analysis for control of economic indicators // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 90–92.

21. **Vasilyev V. I., Gontcharova Yu. A., Mironov K. V., Sagdatov A. S.** On one approach to XPath-injections at attacks on Web-server // Proc. of the Russian-German Workshop "Innovation Information Technologies: Theory and Practice". Ufa, Russia, 2009. P. 93–94.

ОБ АВТОРАХ



Юсупова Нафиса Исламовна, проф., зав. каф. выч. мат. и киб., декан ФИРТ. Дипл. радиофизик (Воронежск. гос. ун-т, 1975). Д-р техн. наук по упр-ю в техн. сист. (УГАТУ, 1998). Иссл. в обл. критич. сит. упр-я, информатики.



Шахмаметова Гюзель Радиковна, доц. той же каф. Дипл. инженер по инф. системам (УАИ, 1987). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2000). Иссл. в обл. интел. методов поиска траекторий многозвен. манипуляторов, систем искусств. интеллекта.