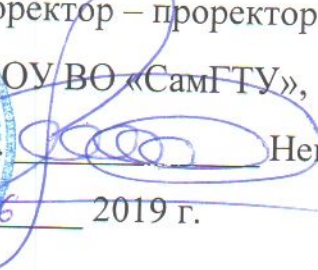


«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор – проректор по научной
работе ФГБОУ ВО «СамГТУ»,
д.т.н., проф.  Ненашев М.В.
«10» 06 2019 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» на диссертационную работу Королевой Марии Николаевны «Мониторинг сложного технического объекта на основе когнитивных измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) и 05.13.17 – Теоретические основы информатики

Актуальность темы диссертационной работы

Развитие четвертой промышленной революции, кратко называемой Индустрия 4.0, предполагает создание производственных систем нового поколения, направленных на разработку так называемых «умных технических объектов» (Smart Technical Objects). Одной из ключевых особенностей этих технических объектов является вовлеченность в управление их жизненным циклом, в частности, мониторинг (отслеживание) своего собственного состояния и факторов внешней среды, а также автоматическая выработка рекомендаций относительно возможности их эксплуатации в конкретных текущих условиях или в определенный период времени. Это обеспечивается с помощью интеллектуальной системы мониторинга (ИСМ), где центральное место занимает получение знаний на основе различных измерений и оценок. Соответственно, важнейшим компонентом ИСМ выступает подсистема распределенного восприятия и представления параметров внешней физической среды на базе комплекса информационно-измерительных устройств, в том числе, сенсорных сетей. Построение данной подсистемы является неотъемлемой частью реализации цикла инженерии знаний в области мониторинга, в первую очередь – получения знаний путем анализа и интерпретации сенсорных данных.

Таким образом, объектом исследования являются методы и системы мониторинга сложных технических объектов (СТО), в качестве которых выступают мосты стратегического значения, а предмет исследования составляют ИСМ на основе когнитивных измерений.

Цель диссертационной работы заключается в повышении эффективности интеллектуальной системы мониторинга СТО путем применения разрабатываемых моделей, методов и программных средств когнитивных измерений и грануляции информации.



Актуальность темы диссертации М.Н. Королевой связана с разработкой системы мониторинга как интеллектуальной среды, в которой формирование знаний происходит на основе принципа единства измерений, оценок и рассуждений. Также актуальность подтверждается участием М.Н. Королевой в проектах кафедры РК-9 «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, выполняемых по грантам РФФИ, внедрением положений и результатов работы на предприятиях АО «ИнтехГеоТранс-Юг», ОАО «НПП «Темп» им. Ф. Короткова», в Санкт-Петербургском филиале ФГБУН «Институт замного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова» РАН, а также их использованием в учебном процессе кафедры РК-9.

Научная новизна исследования и полученных результатов

Полученные автором результаты, сделанные выводы и сформулированные рекомендации оригинальны и обладают научной новизной и теоретической ценностью. Главные элементы новизны диссертационной работы М.Н. Королевой связаны с развитием структуры комплексного мониторинга СТО, разработкой модели системы мониторинга (на примере мостового перехода) как интеллектуальной среды, реализацией концепции когнитивных измерений с помощью когнитивных информационно-измерительных устройств (КИИУ).

В частности, автором были разработаны:

- схема гибридной системы получения знаний третьего поколения на основе грануляции информации, системы онтологий и когнитивных измерений;
- система онтологий измерений;
- двухуровневая гранулярная структура когнитивных измерений;
- алгоритм синтеза КИИУ как средства грануляции и интерпретации измерительной информации;
- исходные логико-алгебраические модели прагматик измерений, названные КИИУ Васильева, Клини, Белнапа, и их наглядные, графические представления в виде цветных и узорчатых диаграмм Хассе;
- бирешеточные прагматики бисенсорных и мультисенсорных измерений;
- алгоритм интерпретации сенсорных данных и вывода нечетких продукционных правил о возможности эксплуатации объекта мониторинга и соответствующий модуль нечетких рассуждений, реализованный в системе Matlab.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Положения и выводы работы являются обоснованными и достоверными; они подтверждены строгостью формулировок, корректностью математических выкладок, результатами моделирования, анализом литературы.

Следует подчеркнуть, что полученные автором результаты и сделанные выводы прошли апробацию на многочисленных и представительных международных и всероссийских научных конференциях, относящихся к различным аспектам тематики диссертации, включая:

- а) ведущие конференции по искусственному интеллекту (ИИ) и инженерии знаний (КИИ – национальные конференции Российской ассоциации ИИ, ежегодный конгресс по интеллектуальным системам и информационным технологиям,

Всероссийские Пospelовские конференции «Гибридные и синергетические интеллектуальные системы», ежегодные международные конференции по открытым семантическим технологиям проектирования интеллектуальных систем OSTIS, международные научно-практические конференции «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте», международные молодежные конференции «Интеллектуальные системы и технологии: современное состояние и перспективы» в Твери, и др.);

б) конференции по интеллектуальным и мягким измерениям, в частности, ежегодная майская конференция по мягким вычислениям и измерениям Soft Computing and Measurements;

в) всемирный конгресс по универсальной логике UniLog (на секциях «Инструментальные средства», «Логика и познание»);

г) конференции по нечетким множествам и мягким вычислениям, включая одноименные всероссийские конференции, международные конференции по мягким вычислениям Soft Computing, приложениям нечетких множеств ICAFS, теории и приложениям мягких вычислений и вычислений со словами ICSCCW;

д) конференции по использованию интеллектуальных систем для решения задач промышленной автоматизации, в том числе, WCIS, ITI, отраслевые конференции «Интеллектуальные системы на транспорте».

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Полученные в диссертационной работе М.Н. Королевой результаты имеют существенное теоретическое и практическое значение. До недавних пор в классификациях методов приобретения знаний для создания интеллектуальных систем (см., например, известную отечественную монографию Т.А. Гавриловой и В.Ф. Хорошевского) фигурировали только два главных класса методов – коммуникативные и текстологические. Позже в учебниках Г.В. Рыбиной появился третий класс методов – методы приобретения знаний из баз данных. Однако для построения интеллектуальных систем мониторинга, поддержки принятия решений на производстве и управления жизненным циклом СТО этих знаний явно недостаточно. Здесь на первый план выходят задачи Sensor Mining (интеллектуальный анализ сенсорных данных), Network Mining (интеллектуальный анализ сетей), и т.п. Поэтому предложенный в работе вариант приобретения знаний на основе интеграции измерений, оценок и рассуждений, а также введенная автором схема гибридной системы получения знаний представляют интерес не только в контексте решения задачи мониторинга СТО, но и как оригинальный подход к инженерии промышленных знаний в целом.

Сегодня онтологический инжиниринг и управление жизненным циклом СТО становятся важнейшими инструментами системного синтеза. Разработка гибридных систем приобретения знаний подразумевает онтологическое моделирование измерений. Построенный во второй главе диссертации комплекс онтологий измерений позволяет не только систематизировать главные идеи и методы классической теории измерений, но и обосновать возможные неклассические подходы к измерениям (например, гранулярные, мягкие, когнитивные измерения), а также указать базовую структуру измерений в рамках решения задачи мониторинга

(в контексте мониторинга моста основную роль играют прямые, совместные, динамические измерения, причем главная задача этих измерений состоит в формировании суждений и рассуждений, связанных с диагностикой текущего состояния моста, прогнозом его изменения, принятием решений и выдачей рекомендаций).

Еще в конце 1990-х годов появилась и сегодня укрепляется общая тенденция расширения и переосмысления основ метрологии, привлечения в эту область (помимо традиционных вероятностных подходов методов интервального анализа) теории нечетких множеств, лингвистических и нечетких переменных, развития интеллектуальных технологий и средств измерений. Ее катализатором послужил принятый в 1990-е годы новый стандарт ISO – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (см. также ГОСТ Р 54500.3-2011/ Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008. Неопределенность измерения. Часть 3). В нем термин «погрешность измерения» был заменен более широким и многоаспектным понятием «неопределенность измерения», причем были выделены традиционная стохастическая неопределенность типа *A* и нестохастическая неопределенность типа *B* (в общем случае следует говорить о семействе видов нестохастической неопределенности). Соответственно, появилась необходимость обобщенного описания различных аспектов этой неопределенности и, как следствие, возникла потребность в новых подходах к организации измерений и формальному представлению их результатов.

Поэтому особый интерес представляет проведенный в разделе 2.6 анализ видов неопределенности в измерениях, положенный в основу онтологии неопределенности, а также использование понятия гранулы и методов грануляции информации для описания нестохастической неопределенности типа *B*. Материалы разделов 2.6 и 2.7 могут быть использованы на практике в интересах развития и пополнения руководства по выражению неопределенности измерений.

Одним из важных результатов работы, изложенным в третьей главе, является предложенное автором графическое представление прагматики когнитивных измерений с помощью цветных и узорчатых диаграмм Хассе. Такой подход, ориентированный на поддержку пользователя – непрофессионального логика, использующего логические модели, очень важен и заслуживает самого пристального внимания. Во-первых, он позволяет достаточно просто отобразить связь различных логик с биполярными шкалами и провести наглядную систематизацию логик (в первую очередь многозначных и модальных логик). Во-вторых, он, несомненно, интересен в плане обучения логике лиц со слабым абстрактным мышлением, а также людей с ограниченными возможностями, в частности, слабовидящих.

Разработанные в диссертации логико-алгебраический метод и алгоритм построения КИИУ могут служить основой для определения степени точности и области покрытия измерений как эффективного размера и числа гранул.

Построенный и программно реализованный в четвертой главе алгоритм интерпретации сенсорных данных и вывода нечетких продукционных правил о возможности эксплуатации объекта мониторинга имеет практическое значение в плане формального обоснования решений о возможности эксплуатации моста и

организации дорожного движения и может использоваться при разработке автоматизированной системы мониторинга.

Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанные в диссертации положения, методики, модели, алгоритмы могут быть использованы в российских научных и учебных организациях, занимающихся теоретическими проблемами системного анализа, мониторинга и управления на основе обработки как экспертной, так и инструментальной информации, а также исследованиями процессов создания, накопления и обработки информации, разработкой методов преобразования информации в данные и знания, созданием и исследованием моделей знаний и методов работы со знаниями, включая обнаружение и интерпретацию новых знаний.

Среди таких организаций можно указать: Институт искусственного интеллекта ФИЦ ИУ РАН, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Институт проблем управления сложными системами РАН (г. Самара), Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН (г. Новосибирск), Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского НЦ РАН (г. Петрозаводск), Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН (г. Владивосток), НИЯУ МИФИ, НИУ «МЭИ», МФТИ, РТУ МИРЭА, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Южный Федеральный Университет, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Ульяновский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола), Волгоградский государственный технический университет, Иркутский национальный исследовательский технический университет.

Результаты работы, относящиеся к приложениям в сфере мониторинга мостовых сооружений, можно рекомендовать для использования в ведущих отечественных организациях этого профиля, например, ОАО «Институт Гипростроймост», АО «Научно-исследовательский институт мостов», ООО «Т.К.М.», ООО «Монсол Рус», ЗАО Научно-Технический Центр «Мониторинг Мостов» и др. Концепция, схема и варианты реализации КИИУ могут быть полезными как для метрологических организаций (Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева), так и для предприятий и учреждений различных отраслей: железнодорожной отрасли (АО «НИИАС», Ростовский государственный университет путей сообщения (г. Ростов-на-Дону), Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I), робототехники (НИЦ Курчатовский институт (г. Москва), Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики (г. Санкт-Петербург)), машиностроения (АО "НПО Лавочкина" (г. Химки, МО), Корпорация «Иркут» (г. Москва)).

Замечания по диссертационной работе

1. Из текста диссертации (разделы 1.5 и 1.6) не совсем понятно, в чем заключается различие между интеллектуальными SCADA-системами и интеллектуальными средами (в смысле Ambient Intelligence & Smart Environments).
2. В классификации нетрадиционных измерений на рис. 2.15 не раскрыты понятия автономных и коммуникативных измерений.
3. В разделе 2.6.2 недостаточно подробно описан способ представления неопределенности типа *B* с помощью нечеткого интервала.
4. В диссертации не указано, зачем нужна гранулярная метаонтология в контексте решения задач мониторинга моста.
5. В разделе 3.3.4 используется понятие логического мира (со ссылкой на работы А.С. Карпенко и Я.В. Шрамко). Его определение очень близко к известному определению логической матрицы. Неясно, в чем состоят различия между этими понятиями и зачем нужен логический мир для представления прагматики измерений.
6. В четвертой главе и в приложениях В и Г вынесены достаточно простые расчеты ветрового давления и силы трения скольжения для решения задачи безопасности движения автомобилей по мосту, однако для более полной оценки состояния моста и возможности его эксплуатации было бы целесообразно провести расчеты напряженно-деформированного состояния конструкций моста.
7. В работе не описана интеграция разработанного модуля нейро-нечеткого логического вывода с программными средствами разработки SCADA-систем.

Общая оценка диссертационной работы

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую паспортам специальностей 05.13.01 и 05.13.17. Диссертационная работа удовлетворяет следующим пунктам паспорта специальности 05.13.01:

1. Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
7. Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем.
9. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.
10. Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах.
12. Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.

Работа соответствует пунктам паспорта специальности 05.13.17:

4. Исследование и разработка средств представления знаний. Разработка интегрированных средств представления знаний.

5. Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечениях, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений.

12. Разработка математических, логических, семиотических и лингвистических моделей и методов взаимодействия информационных процессов, в том числе на базе специализированных вычислительных систем.

Диссертационное исследование посвящено актуальной теме и выполнено на хорошем теоретическом и научном уровне, его отличают полнота и логичность изложения материала, четкая структурированность и завершенность. Полученные научные результаты достоверны, имеют существенное значение для решения практических задач.

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в автореферате. Структура диссертации и автореферата и их оформление соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.1.11-2011.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 30 печатных работах, многократно докладывались на крупных научных конференциях. У автора имеется 4 публикации в рецензируемых журналах из перечня ВАК и 5 публикаций в изданиях, входящих в международную базу Scopus.

Диссертационная работа «Мониторинг сложного технического объекта на основе когнитивных измерений» полностью удовлетворяет критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а ее автор, **Королева Мария Николаевна**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности) и 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Информационные технологии» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», протокол № 416 от 27 мая 2019 г.

д.т.н., профессор кафедры
«Информационные технологии»
Телефон: 8 (846) 337-12-74
E-mail: vib@list.ru

Батищев
Виталий Иванович

д.т.н., доцент, зав. кафедрой
«Информационные технологии»
Телефон: 8 (846) 337-12-74
E-mail: anna82_42@mail.ru

Колоденкова
Анна Евгеньевна

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
Адрес: 443100, Приволжский федеральный округ, Самарская область, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, д. 244
Телефон: 8 (846) 278-43-11
Факс: (846) 278-44-00
E-mail: rector@samgtu.ru
<https://samgtu.ru/>

Подпись Батищев В.И.
удостоверяю, начальник управления
по персоналу и делопроизводству ФГБОУ ВО «СамГТУ»
Лисин С.Л.

