

ОТЗЫВ

официального оппонента Прокопчиной Светланы Васильевны 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 диссертационной работы

Диссертация М.Н. Королевой посвящена системному исследованию проблемы мониторинга сложного технического объекта (СТО), разработке интеллектуальной системы мониторинга по принципу интеллектуальной среды и развитию методов и средств инженерии знаний для её создания, в первую очередь – построению гибридной системы приобретения знаний с акцентом на знания, получаемые путем измерений. Этот класс знаний остается «узким местом» для современных интеллектуальных систем, но является совершенно необходимым при разработке интеллектуальных систем мониторинга, поддержки принятия решений, управления и т.п. В таких системах процессы изучения, оценки свойств, моделирования или управления СТО начинаются со сбора информации и получения измерительных данных. Всё это характеризует актуальность темы диссертации, посвященной мониторингу СТО на основе нетрадиционных измерений.

Новизна диссертационной работы

Начиная с 1990-х годов, существует и укрепляется устойчивая тенденция расширения и переосмысления оснований метрологии, привлечения в эту область помимо традиционных вероятностных подходов методов интервального анализа, теории нечетких множеств, лингвистических и нечётких переменных, развития байесовских технологий и средств измерений.

Одна из главных причин появления этой тенденции заключается в принятии в 1990-е годы нового стандарта ISO «Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement» и соответствующего стандарта ГОСТ Р 54500 «Неопределённость измерения», где термин «погрешность измерения» был заменен более широким и многоаспектным понятием «неопределённость измерения», причём были выделены традиционная стохастическая неопределённость типа А и

нестохастическая неопределённость типа В. Соответственно, появилась необходимость обобщенного описания различных аспектов этой неопределённости и, как следствие, возникла потребность в новых подходах к организации измерений и формальному представлению их результатов. Примерами таких новых подходов служат интеллектуальные, мягкие, когнитивные измерения.

Понятие «интеллектуальные измерения» было введено Д. Хофманом в научный обиход как вид характеристик реальных систем общей теории измерений в 1985 году на X конгрессе ИМЕКО в Праге. Целью определения этого понятия являлось обеспечение измерительных процессов возможностью использования информации в виде знаний. Однако отличие интеллектуальных измерений от классических схем измерений состоит не только в этом. При классических схемах измерения организуются для параметров систем независимо друг от друга, и после получения результатов измерений по каждому параметру делаются выводы о состоянии системы или ее подсистем. Как правило, эти выводы делает сам измеритель или другое ответственное лицо, например, ЛПР. Обязательными условиями реализации такой измерительной схемы являются независимость параметров друг от друга, достаточность экспериментального материала (для обеспечения условий определенности измерительного эксперимента) и оборудования, а также наличие утвержденной методики измерений.

В реальной практике функционирования производственных систем и транспортных сетей наблюдается высокая сложность структур объектов измерения, многообразие информационных потоков, активное взаимодействие с окружающей средой, труднопрогнозируемость и динамичность развития ситуаций. Это не позволяет использовать указанную выше классическую схему для измерения параметров подобных систем, так как каждый из параметров является интегрированным в сложную системную среду и представляет собой, по сути, отдельную систему. Как правило, задачи измерения и управления решаются в условиях значительной информационной неопределённости, что порождает ряд специфических требований к методологии и технологиям их решения. Дальнейшее развитие этого подхода связано с вовлечением «измерителя» в измерительный процесс в качестве источника информации и «решателя» измерительной задачи. Здесь «измерителями» могут быть не только специалисты метрологи, но и ЛПР, эксперты и др.

Интеллектуализация измерений может проходить следующим образом. В задаче мониторинга субъектов-измерителей может быть несколько. Они могут быть распределены в пространстве и во времени (например, исторические сведения

конкретных субъектов) и образовывать информационную сеть. Такая сеть, будучи интегрирована с сетью измерительных систем задачи, может вносить значительную энтропийную составляющую, которая будет способна создать хаотичность в измерительном процессе и обусловить кризисные ситуации, что особенно важно в задачах измерительного управления, когда измерительные решения являются управленческими. В практике наблюдается подобное явление при управлении сложными технологическими или социально-экономическими комплексами недостаточно квалифицированными субъектами, имеющими противоречивые мнения и знания или собственные интересы, не соответствующие цели задачи. Примерами тому являются экономические или техногенные кризисные ситуации. С другой стороны, метрологически аттестованные (квалиметрированные) и формализованные в виде моделей и технологий знания и умения субъектов при свертке их с информацией измерительных систем могут обеспечить не только значительное повышение эффективности решений и усиление мощности измерительных систем, но и решение прежде нерешаемых измерительных и управленческих задач. Развиваясь во времени и в пространстве, наращивая число субъектов-измерителей – агентов сети, такая измерительная сеть может стать реальной сетью измерительных знаний для решения важнейших и сложнейших задач мониторинга, контроля и управления сложных технических систем, современной экономики, охраны окружающей среды, науки, образования.

Понятие «когнитивные измерения» было предложено в нашей работе «Когнитивные измерения на основе байесовских интеллектуальных технологий», опубликованной в трудах международной конференции SCM'2010. В ней речь идет об измерениях, в результате которых с помощью интеллектуальных байесовских технологий на основе регуляризирующего байесовского подхода извлекаются метрологически аттестованные знания.

В диссертации М.Н. Королевой развивается оригинальный подход к когнитивным измерениям как к процессу двухуровневой грануляции измерительной информации с помощью когнитивных информационно-измерительных устройств (КИИУ) (сенсоров). Основные компоненты **научной новизны** работы связаны с методами осуществления когнитивных измерений. Изложены системные принципы организации когнитивных измерений, описана идея грануляции информации в русле системного анализа и синтеза, процессов абстрагирования и конкретизации, разработан логико-алгебраический подход к интерпретации сенсорных данных в КИИУ, разработан метод синтеза КИИУ для мониторинга СТО.

К несомненным **достоинствам** работы следует отнести:

1 Основательную проработку методологии и опыта разработок интеллектуальных систем.

2. Междисциплинарный подход, примененный в работе и позволяющий автору предложить оригинальную прикладную методику интеллектуализации мониторинга сложных технических систем с использованием данных измерений.

3. Убедительные примеры использования предлагаемой методики для решения важных практических задач оценки состояния технических объектов, активно взаимодействующих с окружающей средой.

Основные результаты работы, полученные автором:

1. Обобщенная концепция мониторинга на основе интеллектуальной среды («окружающего интеллекта») и гибридная модель получения знаний для интеллектуальной среды путем интеграции онтологий, экспертных оценок и когнитивных измерений.

2. Система онтологий измерений. Фрагмент дерева онтологии видов неопределённости в измерениях.

3. Схема организации когнитивных измерений как процесса двухуровневой грануляции информации.

4. Наглядное представление семантики и прагматики когнитивных измерений с помощью цветных диаграмм Хассе. Логико-алгебраический метод и алгоритм синтеза КИИУ.

5. Алгоритм интерпретации сенсорных данных и вывода нечетких производственных правил о возможности эксплуатации СТО.

Практическая значимость результатов работы

Результаты диссертации нашли практическое применение в ряде организаций:

– в АО «ИнтехГеоТранс-Юг» при опытной эксплуатации универсальной системы автоматизированного распознавания номеров вагонов с функцией коммерческого осмотра в части использования принципа единства измерений, оценок, рассуждений и вычислений;

– в СПбФ ИЗМИРАН в ходе проводившихся работ по разработке систем контроля за подвижными составами в условиях плохой видимости были использованы алгоритм интерпретации мультисенсорных данных на основе логических моделей, метод и алгоритм разрешения частичных противоречий в сенсорных сетях систем мониторинга, онтологическая модель измерений;

– в ОАО «НПП «Темп» им. Ф. Короткова» при разработке автоматизированной системы стендовых испытаний была реализована модель интеллектуальной системы мониторинга, использован разработанный алгоритм обработки и интерпретации мультисенсорных данных; реализована программная часть КИИУ;

– в проектах кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, выполняемых по линии РФФИ и теме по госзаданию №2.7918.2017/БЧ «Автоматизация мониторинга технических систем и технологических процессов в рамках концепции цифрового производства», а также в учебном процессе (курсы «Методы системного анализа и синтеза» и «Интеллектуальные системы»).

Замечания по работе:

1. В работе используется термин «измерения», который предполагает создание аппарата метрологического обоснования получаемых решений. Однако в диссертации не приводятся принципы его создания и состав метрологических показателей измерительных решений, получаемых на основе грануляции информации.

2. В качестве цели диссертационного исследования автор указал повышение эффективности интеллектуальной системы мониторинга, однако в диссертации не приведены показатели и критерии эффективности систем данного класса.

3. Не совсем ясно, каким образом в системе мониторинга СТО, основанной на когнитивных измерениях, учитывается фактор времени проведения измерений и, в частности, как совместно интерпретируются измерения, выполненные в разные моменты времени.

4. Целесообразным было бы привести показатели оценки качества измерительных решений в практических примерах диссертации.

5. В диссертации было бы желательно привести пример сравнительного анализа вариантов проведения когнитивных измерений на основе байесовского подхода и на базе предложенной автором модели грануляции измерительной информации.

Указанные замечания касаются отдельных аспектов работы и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа М.Н. Королевой «Мониторинг сложного технического объекта на основе когнитивных измерений» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Она выполнена на актуальную

тему на достаточно высоком научном уровне в соответствии с паспортами специальностей 05.13.01 и 05.13.17. Решенная в работе задача получения знаний на базе когнитивных измерений имеет важное значение для интеллектуализации не только систем мониторинга, но и систем управления и поддержки принятия решений, а также других сложных систем, построенных по архитектуре «окружающего интеллекта».

Основные результаты работы в полной мере представлены в 30 публикациях автора, из них 4 в журналах из перечня ВАК, 5 в издательстве Springer. Автореферат соответствует содержанию диссертации и в полной мере отражает её основные положения.

Работа полностью соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, а её 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.

Официальный оппонент –
профессор кафедры «Системный
анализ в экономике» федерального
государственного образовательного
бюджетного учреждения высшего
образования «Финансовый
университет при Правительстве
Российской Федерации»,
д.т.н. (специальность 05.11.16),
профессор

Прокопчина

Светлана Васильевна Прокопчина

Адрес: 125993, г. Москва, Ленинградский просп., д. 49
E-mail: svprokopchina@mail.ru, sae@fa.ru, academy@fa.ru
Телефон: 8 (499) 277-21-06, 8 (499) 943-98-55

