

– Data fusion of test and metadata and their provision as well as management in generic NDT4.0 data formats: Implementation of the open DICONDE standard for ultrasonic, eddy current and micromagnetic testing systems and others.

The presentation shows first prototype implementations of NDT4.0 developments in hardware and software, which have been developed and built at Fraunhofer IZFP over the last two years. It provides an overview of recent system developments and modules that will be introduced for NDT4.0 in the future in the context of digitization.

АКТУАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ, ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕНДЕНЦИЯМИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКИ

Сясько В.А., Гоголинский К.В.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Стремительное развитие технологий сбора, передачи и обработки цифровых данных привели к глобальным процессам в мировой экономике, которые получили название 4-й промышленной революции. Общий анализ перспектив и вызовов 4-й промышленной революции для метрологии и приборостроения вообще и для сферы неразрушающего контроля, технической диагностики и мониторинга состояния (НК, ТД, МС) в частности был проведен в публикациях [1, 2]. В докладе сделана попытка формулировки целей и постановки задач стратегического развития приборостроения и метрологии в области НК.

1. Создание интернета средств измерений и неразрушающего контроля (СИ и НК) как части интернета вещей.

Существующие коммуникационные технологии полностью решили задачу создания «умных вещей». Под этим термином в дальнейшем будем понимать устройства, способные подключаться к открытым коммуникационным сетям (сотовая связь, Интернет) и обмениваться в них информацией.

Целью работы можно определить *создание системы для возможности объединения СИ и НК различных производителей в единую распределенную сеть для управления и обмена данными (Интернет СИ и НК)*. Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**:

1.1. Оснастить СИ и НК коммуникационными модулями, позволяющими проводить удаленные измерения и обслуживание приборов, а также создавать распределенные сети измерительных устройств (датчиков) для

решения задач мониторинга состояния сложных технических объектов (транспортной инфраструктуры, объектов энергетики, трубопроводов, мостов, зданий), а также сетей мониторинга состояния окружающей среды и т.д.

1.2. Разработать концепцию и создать цифровую платформу для управления и обмена данными между распределенными средствами НК.

1.3. Разработать стандарты:

- Единый цифровой интерфейс (проводной и беспроводной) обмена данными с удаленными и автоматическими средствами НК;
- Единый формат представления данных при передаче информации от удаленных и автоматизированных средств НК.

2. Автоматизация средств НК и переход к МС.

Проблема автоматизации технологий НК с целью решения задач непрерывного МС связана с тем, что результат применения средств и методов НК зависит от множества факторов, включающих как объективные, в том числе влияние дополнительных параметров, состояние контролируемого объекта, воздействие окружающей среды, так и субъективные, связанные с квалификацией специалистов, производящих настройку оборудования и контроль. С этой точки зрения НК можно рассматривать как вид многопараметрических измерений. Увеличение количества одновременно контролируемых параметров и учет их взаимного влияния на показания средства НК позволят автоматизировать процедуры настройки и уменьшить зависимость результатов контроля от объективных и субъективных факторов. Для этого необходимо разрабатывать и внедрять так называемые «интеллектуальные» датчики с возможностью самоконтроля и самокалибровки [3]. Одновременно с этим необходимо развивать математический аппарат и программные алгоритмы для анализа многопараметрических моделей измерений, в том числе с использованием технологий искусственно-го интеллекта.

Таким образом **цель** можно сформулировать как *создание систем НК, способных функционировать без участия человека. Задачи*, которые, по мнению авторов, необходимо решать:

2.1. Разработка и внедрение методических основ и технических решений при создании «интеллектуальных» многопараметрических датчиков.

2.2. Разработка новых методов метрологического обеспечения многопараметрических измерений, включая измерения при НК, с целью повышения достоверности результатов НК, а также автоматической адаптации средств НК к изменению параметров контролируемого объекта или окружающей среды.

2.3. Разработка стандартов на методы и средства самодиагностики и автокоррекции СИ и НК, функционирующих в автоматическом режиме, а также их метрологическое обеспечение.

3. Мониторинг состояния с применением «цифровых двойников». Метрологическое обеспечение цифровых моделей.

Цифровое моделирование для прогнозирования свойств и поведения различных систем получило широкое распространение в последние 20 лет в связи с разработкой соответствующих программных пакетов. Развитием этих технологий, связанным с распространением так называемых суперкомпьютеров, стала реализация виртуальных испытаний сложных динамических систем [4]. Сейчас активно развивается тенденция внедрения виртуальных моделей (так называемых «цифровых двойников») для осуществления мониторинга состояния сложных инженерных систем. Для практической реализации технологии МС с помощью «цифрового двойника» необходимо соблюдение следующих условий:

- СИ и НК, размещаемые на объекте контроля, должны передавать данные через коммуникационную сеть в единую цифровую платформу (Интернет СИ и НК);
- СИ и НК должны быть автоматическими и обладать функциями самодиагностики и автокоррекции, т.е. быть «интеллектуальными»;
- программная модель, описывающая объект контроля, должна обеспечивать необходимую точность и достоверность расчета параметров объекта с учетом реальных метрологических характеристик применяемых СИ и НК. Для этого необходимо также создание адекватных цифровых моделей самих СИ и НК.

С учетом сказанного **целью** должна быть *выработка единых подходов к разработке, аттестации и применению цифровых моделей контролируемых объектов и СИ и НК. Задачи*, стоящие перед специалистами в области информационных технологий (ИТ), математиками и метрологами заключаются в следующем:

3.1. Разработка средств и методов метрологического обеспечения цифровых моделей и встраивания виртуальных СИ и эталонов в цепи прослеживаемости.

3.2. Разработка стандартов для аттестации (верификации и валидации) цифровых моделей объектов контроля и средств НК.

4. Организационные вопросы.

В качестве основного ресурса для достижения поставленных целей предлагается использовать организационную структуру РОНКТД, а также интеллектуальный и творческий потенциал его членов. Инструментами для решения конкретных задач могут быть рабочие группы с участием ведущих разработчиков и крупных потребителей оборудования в области НК, ученых-метрологов, математиков, специалистов в области ИТ и телекоммуникаций, представителей высшей школы и т.д. Необходимо также наладить контакты со структурами государственного управления, госкорпорациями и системообразующими предприятиями. Для эффективного решения

поставленных задач необходимо тесное сотрудничество с международными и национальными организациями по НК: ICNDT (международный комитет), BINDT (Великобритания), ASNT (США), DGZfP (ФРГ) и т.д. Необходимо учесть также опыт Германского общества по неразрушающему контролю, в котором создан экспертный комитет по НК 4.0 со следующими подкомитетами [5]: Аддитивное производство, Технологии интеллектуальных датчиков, Интерфейсы и документация, Человеко-машинное взаимодействие, Обучение.

Список литературы

1. Гоголинский К.В., Сяско В.А. Метрологическое обеспечение и стандартизация НК в эпоху 4-й промышленной революции // В мире неразрушающего контроля. 2019. Т. 22, № 1. С. 66 – 68.
2. Gogolinskiy K.V., Syasko V.A. Prospects and challenges of the Fourth Industrial Revolution for instrument engineering and metrology in the field of non-destructive testing and condition monitoring. *Insight – Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*. August 2019. V. 61, No. 8. P. 434 – 440.
3. Taymanov R. and Sapozhnikova K. What makes sensor devices and micro-systems ‘intelligent’ or ‘smart’? in: *Smart sensors and MEMS for industrial applications*, 2nd edition, Edited by: Stoyan Nihtianov and Antonio Luque Estepa. Wood head Publishing, Elsevier Limited, 2018. P. 1 – 22.
4. Alekseev S., Tarasov A., Borovkov A., Aleshin M., Klyavin O. Validation of EuroNCAP frontal impact of frame off-road vehicle: road traffic accident simulation // *Materials Physics and Mechanics*. 2017. No. 34. P. 59 – 69.
5. <https://www.dgzfp.de/Fachaussch%C3%BCsse/ZfP-40>

CHINA SOCIETY OF NON-DESTRUCTIVE TESTING. BASIC TECHNICAL CONSIDERATION AND ACTION FOR INDUSTRY 4.0 IN COMPOSITES NDT&E DIRECTION

Songping Liu, Prof., PhD, Vice-Chairman of ChSNDT, Director of NDT&E Department of AVIC Manufacturing Technology Institute,
Feifei Liu, Prof., PhD. Committee Member of ChSNDT

China Society of Non-Destructive Testing (ChSNDT) was founded in November in 1978. Currently there were 12 sub-committees in ChSNDT, including iNDT&E (Here “i” implies “Intelligent”, “International”, “Innovative”) Inspection Committee, Ultrasonic Inspection Committee, X-Ray Inspection Committee, Magnetic Powder and Penetration Inspection Committee, Electronic Magnetic (Eddy Current) Inspection Committee, New NDT Technique Committee, NDT Education and Training Inspection Committee, Stress Measurement Inspection Committee, Acoustic Emission Inspection Committee, Status Moni-