

## **Перспективы и вызовы Четвертой промышленной революции для приборостроения и метрологии в области неразрушающего контроля и технической диагностики.**

С.С. Голубев

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт),  
Санкт-Петербург, Россия

Метрологическая инфраструктура обеспечения единства измерений состоит из нескольких уровней, связанных в единое целое большими информационными потоками, требующими систематизации (электронных информационных систем), в то же время позволяющими автоматизировать многие процессы. В РФ это реализуется в рамках концепции «Цифровая экономика Российской Федерации», в Европейском Союзе Национальный метрологический институт Германии (PTB) выступил с инициативой разработки единой Европейской цифровой инфраструктуры качества для инновационных продуктов и услуг «Европейское метрологическое облако», в рамках которого, как первый шаг решается проблема цифрового сертификата калибровки в машиночитаемом формате для автоматизации процессов цифровизации производства и контроля качества.

Однако, задачи приборостроения в рамках стратегической инициативы «Industrie 4.0» конечно же существенно шире.

Одной из первоочередных является разработка единого подхода и создание средств измерения (средств неразрушающего контроля) с возможностью подключения (в идеале беспроводного) и обмена данными через интернет. Внедрение таких решений позволит решить задачи распределенного мониторинга состояния и сбора измерительной информации, дистанционного контроля технического состояния и метрологических характеристик измерительных преобразователей, приборов и многоуровневых систем, интеграции их в распределенные «умные» кибер-физические системы и производства. Эта задача, в том числе будет решена путем разработки международных стандартов, определяющих общие характеристики измерительных преобразователей с интерфейсными модулями, формат данных, набор команд и управления и чтения данных. Также в настоящее время ведется работа по разработке стандартов для разработке сетей измерительных преобразователей («умных сетей»).

Процессы измерения являются неотъемлемой частью автоматизированных безлюдных производств объектов с высокой потенциальной опасностью. Средства контроля и измерения для них должны обладать полной автоматизацией измерений, автономностью, они должны иметь функции самотестирования и удаленной автокалибровки, а также самовосстановления, а в перспективе – самообучения.

В области стандартизации как основы единства измерений одна из главных проблем заключается в том, что все практические элементы стандартизации становятся междисциплинарными, при этом следует учитывать, что практически нет квалифицированных экспертов в рассматриваемой области.

Новые структуры приборов, основанные на комбинации первичных измерительных преобразователей и многоуровневых моделей (двойников) в облачных пространствах в сочетании с большими объемами данных, а также удаленными службами в рамках рассматриваемых процессов ставит перед метрологической наукой и практикой в области неразрушающего контроля и мониторинга состояния задачи разработки, стандартизации и законодательного утверждения новых принципов метрологического обеспечения интеллектуальных измерительных преобразователей информационно-измерительных систем. Станет актуальной задача пересмотра принципов настройки, калибровки и поверки распределенных средств измерения, тк облачный сервер практически не доступен экспертам, программное обеспечение может носить закрытый характер, а возможности использования каналов связи на месте будут отсутствовать.

Использование цифровых моделей будет иметь ограничения, связанные со следующими факторами:

- адекватность и полнота используемых физических моделей;
- применимость используемых физических методов;
- точность задания параметров контролируемых объектов и граничных условий их применения.

Для практического применения цифровых моделей должно быть разработано «метрологическое обеспечение», позволяющее установить:

- достоверность и неопределенность расчетов;
- влияние неопределенности входных данных на расчеты контролируемых параметров;
- устойчивость модели при различных комбинациях контролируемых и мешающих параметров.

Для перехода от неразрушающего контроля к мониторингу состояния необходимо освоить :

- разработку и производство самокалибрующихся измерительных преобразователей с повышенным ресурсом;
- создание автоматизированных измерительных преобразователей подключаемым к стандартизированным телекоммуникационным сетям;
- разработку цифровых моделей объектов НК с дефектами;
- разработку цифровых моделей систем «измерительный преобразователь- объект контроля»;
- разработку алгоритмов цифровой обработки информации на основе многоуровневых моделей для принятия оперативных решений;
- принципов верификации цифровых моделей.

При рассмотрении вопросов метрологического обеспечения следует учитывать, что в условиях умных производств они фактически станут многопараметровыми. При этом необходимо обеспечивать адаптацию измерительных преобразователей к изменению свойств объекта контроля в автоматическом режиме, что требует разработки многопараметрических измерительных преобразователей, позволяющих учитывать основные мешающие параметры, влияющие на результат, а также разработки многопараметровых мер и эталонов, или электронных интегральных средств, имитирующих эти меры при поверке.

Коммерческий успех приборостроительных фирм и востребованность услуг метрологических организаций будет напрямую зависеть от того, насколько их работа будет соответствовать изложенному.