

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ, КОЛЛЕГИ-МЕТРОЛОГИ!

20 мая ежегодно отмечается Всемирный день метрологии. Девиз праздника в этом году – «Метрология в эпоху цифровизации». В связи с этим редакция журнала «Главный метролог» подготовила для вас подарок – электронный спецвыпуск, в котором представлены самые лучшие и интересные статьи по тематике цифровой метрологии.

С праздником, успехов и новых свершений!
Редакция журнала «Главный метролог»



Главный метролог ©
Практический журнал

Издаётся с 2001 г.
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-5964 от 18.12.2000

Периодичность выпуска:
один раз в два месяца

Журнал включен:

В Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям "Ulrich's Periodicals Directory". На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU доступны полные тексты статей. Статьи из номеров журнала текущего года предоставляются на платной основе.

Учредитель и издатель журнала

РСТ

ВНИИМС

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС») www.vniims.ru

Главный редактор
Ф.В. Булыгин

Редационный совет:

Ф.В. Булыгин – председатель,
Ю.М. Андрощук, С.В. Гусенков,
Н.А. Жагора, Л.К. Исаев,
В.Ю. Иванов, А.Ю. Кузин,
В.М. Лахов, В.Н. Яншин,

Редакция:

шеф-редактор — К.В. Бычков
8 (495) 781 28 76
bychkov@vniims.ru

дизайн и верстка
А.А. Яковлева

Адрес редакции:

119361, Москва, Г-361, ул. Озерная,
46, ФГБУ «ВНИИМС», редакция
журнала «Главный метролог»

Реклама:

К.В. Бычков
8 (495) 781 28 76
bychkov@vniims.ru

Подписка:

Л.А. Керсова
8 (495) 430 28 02
kersova@vniims.ru

Подписано в печать 19.05.2022

Формат 60x90 1/8. Бумага мелованная
матовая 115 г/м. Печать офсетная.

Тираж: 1650 экз.
Свободная цена.

Отпечатано в типографии
ООО «Вива-Стар»
107023, Москва,
ул. Электроводская, д. 20



СОДЕРЖАНИЕ · СПЕЦВЫПУСК

ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ МЕТРОЛОГИИ 20 МАЯ 2022 Г.

ТЕМА НОМЕРА : ЦИФРОВАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Видеообращение заместителя Руководителя Росстандарта Лазаренко Е.Р.	4
Видеообращение директора ФГУП «ВНИИОФИ» Батурина А.С.	5
Видеообращение генерального директора ФГУП «ВНИИФТРИ» Донченко С.И.	5
Видеообращение директора ФГБУ «ВНИИМС» Денисенко С.А.	6
Видеообращение генерального директора ВНИИМ им. Д.И.Менделеева Пронина А.Н. .	6

Лукашов Ю.Е. Роль метрологии для цифровой трансформации экономики и социальной сферы в России и за рубежом 7

Мионов Д.Е. Цифрой по вирусу: работа метрологов в новой реальности с использованием онлайн-сервисов 21

Коломин А.Е. Эргономика рабочего места поверителя-калибровщика средств измерений как неотъемлемая часть цифровой трансформации метрологии..... 29

Красавин И.В., Пилюгин А.Ю. ФГИС «АРШИН» – драйвер цифровой трансформации обеспечения единства измерений 32

Булыгин Ф.В., Сатановский А.А. О возможности представления международной системы единиц СИ в цифровом формате 37

Мионов Д.Е., Горбачев П.А. Цифровая метрология: особенности и терминология 47

Лазарева И.В., Паньков А.Н. Оценка уровня риска программного обеспечения средств измерений 53

Барсукова А. Искусственный интеллект. Перспективы развития цифровой метрологии..... 59

Морин Е.В. Цифровая платформа «Метрология 4.0» 65

Воронин В.Н., Соляник А.И. Методология реализации компьютерных 3D-тренажеров для формирования цифровой образовательной платформы ФГАОУ ДПО АСМС 69

Денисенко С.А., Колобаев В.А., Матвеев К.В., Скотаренко Е.Ю. Создание единой цифровой базы данных по свойствам веществ и материалов на основе стандартных справочных данных 77

ПОДПИСКА ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

ООО «УП Урал-Пресс» / www.ural-press.ru
+7 (495) 789-86-36; +7 (499) 700-05-07

Агентство «Книга-Сервис» / podpiska@pressa-rf.ru
+7 (495) 631-62-54

• интернет-каталог «Пресса по подписке» www.akc.ru
• объединенный каталог «Пресса России» www.ppressa-rf.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU www.elibrary.ru

ПОДПИСКА В РЕДАКЦИИ

• по телефону +7 (495) 430-28-02
• по электронной почте kersova@vniims.ru
• на сайте www.vniims.ru

Мнения авторов публикаций могут не совпадать с позицией редакции.
Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов.



ЛАЗАРЕНКО
Евгений Русланович
 Заместитель Руководителя
 Росстандарта

II

Российская Федерация стала одним из первых государств, включивших положения о цифровой трансформации обеспечения единства измерений в свое базовое законодательство. Стратегической задачей выступает поэтапная трансформация Фонда по обеспечению единства измерений в формат «метрологического облака», интегрированного в качестве рабочего инструмента в деятельность организаций – поверителей и производителей средств измерений. В свою очередь специалисты Росстандарта продолжают осуществлять научно-исследовательские и прикладные работы по созданию принципиально новых измерительных технологий, которые существенно влияют на развитие отечественного производства и приборостроения для стратегических отраслей экономики.

ВИДЕООБРАЩЕНИЕ:

https://www.vniims.ru/upload/Metrology-DAY_RosStandart_01.mov



БАТУРИН
Андрей Сергеевич
Директор ФГУП «ВНИИОФИ»

« Метрология - это важная составляющая функционирования инфраструктуры качества. Она также обеспечивает безопасность и независимость государства. Так, например, магистральные телекоммуникационные сети - это "нервная система" цифровой инфраструктуры. И метрологическое обеспечение волоконной оптики является основой контроля качества волоконно-оптических систем связи.

ВИДЕООБРАЩЕНИЕ:

https://www.vniims.ru/upload/Metrology-DAY_RosStandart_02.mov



ДОНЧЕНКО
Сергей Иванович
Генеральный директор
ФГУП «ВНИИФТРИ»

« Сегодня Росстандарт и метрологические институты России решают задачи по цифровой трансформации метрологических услуг. Активно разрабатываются новые национальные стандарты и методики с применением цифровых принципов, которые гарантируют точность измерений и обеспечат устойчивость экономики и безопасность страны в эпоху цифровизации.

ВНИИФТРИ готов ответить на вызовы нового времени. Эталоны, хранителем которых является институт, обеспечивают единство измерений в процессах цифрового перехода

ВИДЕООБРАЩЕНИЕ: <https://vniiftri.ru/press/news/pozdravlenie-s-dnem-metrologii-ot-generalnogo-direktora-vniiftri/>



ДЕНИСЕНКО
Сергей Александрович
Директор ФГБУ «ВНИИМС»



ПРОНИН
Антон Николаевич
Генеральный директор
ВНИИМ им. Д.И.Менделеева

“ В 2017 году наши ведущие эксперты отмечали, что развитие российской метрологии цифровой экономики находится в самом начале пути и очевидно, что решение поставленных в этой области задач потребует значительных интеллектуальных инвестиций. Не истекло и двух лет, как произошло одно из важнейших событий не только для российского метрологического сообщества, но и для нашей страны в целом – вступили в силу изменения в закон “Об обеспечении единства измерений” об электронной регистрации результатов метрологических работ в Федеральном информационном фонде ОЕИ.

ВИДЕООБРАЩЕНИЕ:

https://www.vniims.ru/upload/Metrology-DAY_RosStandart_01.mp4

“ В эпоху цифровизации роль метрологии только возрастает. Невозможно представить успех цифровых технологий без их метрологического обеспечения. ВНИИМ, как и все метрологические институты Росстандарта, уделяет этому большое внимание: мы создаем цифровые сертификаты калибровки, разрабатываем математические модели и цифровые копии средств измерений и эталонов. Эта работа позволит нашей промышленности еще более активно внедрять цифровые технологии и соответствовать мировому уровню

ВИДЕООБРАЩЕНИЕ:

<https://cloud.mail.ru/public/dYQ9/PosK2RbXu>

РОЛЬ МЕТРОЛОГИИ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ



Памяти ученого

Ю.Е. Лукашов,
кандидат технических наук,
главный научный сотрудник ВНИИМС, Москва,

«Разработка национальных программ развития экономики нового поколения, включающая вопросы развития и внедрения технологий, анализа «больших данных» и прогнозирования, внедрения новых способов управления, становится задачей стратегической важности не только в контексте социально-экономического благополучия государств, но и как условие сохранения суверенитета на фоне глобализации и реализации программ цифрового развития другими участниками мирового рынка».

*Из Программы развития цифровой экономики
в Российской Федерации до 2035 года*

В Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – Программа) [1] сформулированы следующие цели:

- создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются



ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности и в которой обеспечено эффективное взаимодействие, включая трансграничное, бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан;

- создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение имеющихся препятствий и ограничений для создания и (или) развития высокотехнологических бизнесов и недопущение появления новых препятствий и ограничений как в традиционных отраслях экономики, так и в новых отраслях и на высокотехнологических рынках;
- повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом.

Цифровая экономика представлена тремя следующими уровнями, которые в своем тесном взаимодействии влияют на жизнь граждан и общества в целом:

- рынки и отрасли экономики (сферы деятельности), где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг);
- платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);
- среда, которая создает условия для развития платформ и технологий и эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики (сфер деятельности) и охватывает нормативное регулирование, информационную инфраструктуру, кадры и информационную безопасность.

Причем Программа сфокусирована на двух нижних уровнях цифровой экономики – базовых направлениях, определяя цели и задачи развития:

- ключевых институтов, в рамках которых создаются условия для развития цифровой экономики (нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских

компетенций и технологических заделов);

- основных инфраструктурных элементов цифровой экономики (информационная инфраструктура, информационная безопасность).

При этом в Программе указано, что каждое из направлений развития цифровой среды и ключевых институтов учитывает поддержку развития как уже существующих условий для возникновения прорывных и перспективных сквозных цифровых платформ и технологий, так и создание условий для возникновения новых платформ и технологий. Основными сквозными цифровыми технологиями, которые входят в рамки названной Программы, являются:

- большие данные;
- нейротехнологии и искусственный интеллект;
- системы распределенного реестра;
- квантовые технологии;
- новые производственные технологии;
- промышленный интернет;
- компоненты робототехники и сенсорики;
- технологии беспроводной связи;
- технологии виртуальной и дополненной реальности.

Под термином «цифровая экономика» понимают совокупность информационных технологий, процессов и стандартов взаимодействия, которая соответствует цифровой модели бизнеса. Очевидно, что данное определение применимо и к таким видам деятельности, как, например, метрологическая деятельность.

Принципы цифрового бизнеса могут быть сформулированы как:

- **полная согласованность**, означающая наличие необходимой, достоверной и своевременной информации о событиях и намерениях одновременно у всех субъектов, участвующих в предоставлении услуг, включая сотрудников, клиентов и партнеров;
- **бизнес в режиме онлайн**, означающий принятие правильных решений и осуществление действий без критичных (повышающих риски или дополнительные затраты, снижающих конкурентоспособность услуг) задержек;

- **управление сервисами**, означающее планирование и контроль деятельности в контексте показателей оказываемой клиенту услуги, которые, в свою очередь, складываются из показателей внутренних сервисов.

Обращаясь к роли и значению метрологической деятельности при цифровой трансформации экономики и социальной сферы, можно указать, прежде всего, на то, что она является обеспечивающей и при этом инфраструктурной.

Следует отметить, что применительно к задачам развития цифровой экономики метрологическую деятельность можно определить как деятельность по метрологическому обеспечению любых систем принятия решений полной, достоверной, своевременной и актуальной информацией о количественных характеристиках величин, полученной на основе экспериментальных данных.

К числу подобных систем принятия решений можно отнести системы управления, используемые в производстве, на транспорте, в торговле и при оказании платных услуг, здравоохранении, обеспечении безопасности окружающей среды и безопасности труда.

С другой стороны, системы метрологического обеспечения, призванные обеспечить необходимые свойства полученной экспериментальной информации, неизбежно включаются в действующие структуры управления, а, следовательно, необходимы все возможности, предоставляемые развитием цифровой экономики для их интеграции в цифровую среду государственного управления и бизнеса.

Безусловно, как и для любого обслуживающего вида деятельности, развитие метрологического обеспечения должно быть подчинено интересам совершенствования отдельных технологий или отраслей экономики в целом. Но нельзя не учитывать и того, что возможности получения информации по результатам измерений, контроля и испытаний должны несколько опережать потребности технологий и отраслей. В противном случае они станут элементом торможения, сдерживая развитие и совершенствование указанных отраслей и технологий.

Реализация названной ранее Программы требует тесного взаимодействия государства, бизнеса и науки.

Исходные позиции Российской Федерации, согласно сведениям, приведенным в той же Программе, не очень высоки. Так, по оценке Всемирного экономического форума (ВЭФ) о готовности стран к цифровой экономике, с использованием последней версии международного индекса сетевой готовности, представленной в докладе «Глобальные информационные технологии» за 2016 г., Российская Федерация занимает 41-е место по готовности к цифровой экономике со значительным отрывом от десятки лидирующих стран, таких как Сингапур, Финляндия, Швеция, Норвегия, США, Нидерланды, Швейцария, Великобритания, Люксембург и Япония.

Усовершенствованный индекс показывает, насколько хорошо экономики стран используют цифровые технологии для повышения конкурентоспособности и благосостояния, а также оценивает факторы, влияющие на развитие цифровой экономики.

Согласно указанному исследованию такое значительное отставание в развитии цифровой экономики от мировых лидеров объясняется пробелами нормативной базы для цифровой экономики и недостаточно благоприятной средой для ведения бизнеса и инноваций и, как следствие, низким уровнем применения цифровых технологий бизнес-структурами. Низкий уровень инноваций и неразвитость бизнеса, а также недостаточно развитые государственные и частные институты и финансовый рынок являются «узкими» местами для конкурентоспособности России на глобальном цифровом рынке.

К базовым направлениям в Программе отнесены нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технических заделов, информационная инфраструктура и информационная безопасность.

Основной целью направления, касающегося нормативного регулирования, является формирование новой регуляторной среды, обеспечивающей благоприятный правовой режим для возникновения и развития современных технологий, а также для осуществления экономической деятельности, связанной



с их использованием (цифровой экономики). По этому направлению предполагается:

- создать постоянно действующий механизм управления изменениями и компетенциями (знаниями) в области регулирования цифровой экономики;
- снять ключевые правовые ограничения и создать отдельные правовые институты, направленные на решение первоочередных задач формирования цифровой экономики;
- сформировать комплексное законодательное регулирование отношений, возникающих в связи с развитием цифровой экономики;
- принять меры, направленные на стимулирование экономической деятельности, связанной с использованием современных технологий, сбором и использованием данных;
- сформировать политику развития цифровой экономики на территории Евразийского экономического союза (ЕАЭС), гармонизации подходов к нормативному правовому регулированию, способствующих развитию цифровой экономики на пространстве ЕАЭС;
- создать методическую основу для развития компетенций в области регулирования цифровой экономики.

Основными целями направления, касающегося кадров и образования, являются:

- создание ключевых условий для подготовки кадров цифровой экономики;
- совершенствование системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентными кадрами;
- рынок труда, который должен опираться на требования цифровой экономики;
- создание системы мотивации по освоению необходимых компетенций и участию кадров в развитии цифровой экономики России.

Основной целью направления, касающегося формирования исследовательских компетенций и технологических заделов, является создание системы поддержки поисковых, прикладных исследований в области цифровой экономики (исследовательской инфраструктуры цифровых платформ), обеспечивающей технологическую независи-

мость по каждому из направлений сквозных цифровых технологий, конкурентоспособных на глобальном уровне, и национальную безопасность. По этому направлению предполагается:

- формирование институциональной среды для развития исследований и разработок в области цифровой экономики;
- формирование технологических заделов в области цифровой экономики;
- формирование компетенций в области цифровой экономики.

Основными целями направления, касающегося информационной инфраструктуры, являются:

- развитие сетей связи, которые обеспечивают потребности экономики по сбору и передаче данных государства, бизнеса и граждан с учетом технических требований, предьявляемых цифровыми технологиями;
- развитие системы российских центров обработки данных, которая обеспечивает предоставление государству, бизнесу и гражданам доступных, устойчивых, безопасных и экономически эффективных услуг по хранению и обработке данных на определенных условиях и позволяет в том числе экспортировать услуги по хранению и обработке данных;
- внедрение цифровых платформ работы с данными для обеспечения потребностей власти, бизнеса и граждан;
- создание эффективной системы сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям пространственных данных, обеспечивающей потребности государства, бизнеса и граждан в актуальной и достоверной информации о пространственных объектах.

Хотелось бы обратить внимание на то, что в Программе среди всего множества данных, используемых государственными органами управления, бизнесом и гражданами, выделены особо геопространственные данные с целью создания отечественной цифровой платформы их сбора, обработки, хранения и распространения для нужд картографии и геодезии и для дистанционного зондирования Земли (Программа дополне-

на разделом о геопространственных данных 08.08.2017 г.).

Не сомневаясь в полезности и значимости указанных данных, тем не менее, следует указать на необходимость совершенствования всей системы обеспечения сбора, обработки, хранения и распространения объективных и достоверных данных, используемых во всех областях экономики и социальной сферы.

Целью направления, касающегося информационной безопасности, является достижение состояния защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод человека и гражданина, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет и устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации в условиях цифровой экономики, что предполагает:

- обеспечение единства, устойчивости и безопасности информационно-теле-

коммуникационной инфраструктуры Российской Федерации на всех уровнях информационного пространства;

- обеспечение организационной и правовой защиты личности, бизнеса и государственных интересов при взаимодействии в условиях цифровой экономики;
- создание условий для лидирующих позиций России в области экспорта услуг и технологий информационной безопасности, а также учет национальных интересов в международных документах по вопросам информационной безопасности.

Разработка и реализация мероприятий указанной Программы базируются на основополагающих принципах информационной безопасности, включающих:

- использование российских технологий обеспечения целостности, конфиденциальности, аутентификации и доступности передаваемой информации и процессов ее обработки;



Рис. 1. Основные направления развития метрологии для цифровой трансформации экономики и социальной сферы [2]



- преимущественное использование отечественного программного обеспечения и оборудования;
- применение технологий защиты информации с использованием российских криптографических стандартов.

В описанных условиях важнейшей задачей является определение направлений развития метрологии по пути цифровой трансформации, как самой метрологической деятельности, так и услуг, предоставляемых исполнителями метрологических работ конечным потребителям.

Вот как, например, представляет основные направления цифровой трансформации метрологической деятельности один из авторитетнейших мировых метрологических центров – РТВ (Федеральный физико-технический институт Германии) (рис. 1).

При этом, подчеркивая значимость метрологии, ее рассматривают как составную часть триады «метрология – техническое регулирование (включая стандартизацию) – аккредитация», или как институт системы управления качеством, являющийся основой конкурентоспособности всякой экономики.

Немецкие специалисты считают, что результаты измерений, данные, алгоритмы, математические и статистические методы, а также архитектуры, обеспечивающие связь и безопасность информации, образуют основу цифрового расширения и трансформации метрологической деятельности. Особое внимание обращается на важность законодательной метрологии, устанавливающей требования в области оценки соответствия, включая испытания в целях утверждения типа и поверку, и надзора за рынком, что является главной предпосылкой для успеха

ее трансформации в единую цифровую сеть экономики и социальной сферы.

Наряду с разработкой и подтверждением практической пригодности методов измерений, алгоритмов и систем анализа данных к важнейшим направлениям развития цифровой трансформации метрологии относится также совершенствование правил и методов подтверждения достоверности результатов измерений путем прослеживаемости к международной системе единиц (СИ). Это является одной из методических основ аккредитации и законодательной метрологии и должно развиваться и конкретизироваться в соответствующих законодательных актах.

Вопросами изучения и внедрения цифровых технологий в метрологическую практику, а также их использования для цифровой трансформации экономики и социальной сферы занимаются многие ведущие метрологические центры в мире. Они интенсивно реализуют исследовательские программы и создают новые группы компетентности. Так, несколько больших научных групп NIST – Национального института стандартов и технологий США уже много лет вместе с государственными учреждениями и партнерами из сферы частного бизнеса разрабатывают, пользующиеся большим авторитетом, методическую и административную базы для таких областей, как:

- Облачные вычисления (Cloud Computing)¹;
- Большие данные (Big Data)²;
- Информационная безопасность (IT-Security)³;
- Машинное обучение (Machine Learning)⁴;

¹ Модель обеспечения удобного сетевого доступа по требованию к некоторому общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам — как вместе, так и по отдельности), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами или обращениями к провайдеру.

² Обозначение структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемых горизонтально масштабируемыми (Scale-Out) программными инструментами.

³ Состояние защищенности данных (информации), которое обеспечивает безопасность информации, для обработки которой она используется, и информационную безопасность информационной автоматизированной системы, в которой она реализуется.

⁴ Класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач.

- Метрологические основы для расширения высокопроизводительных коммуникационных каналов (5G)⁵.

Институт NPL – Национальная физическая лаборатория Великобритании также активно расширяет сферы науки о данных (Data Science)⁶, сети 5G и исследования, связанные с цифровым расширением и трансформацией.

Не останавливаясь подробно на каждом из приведенных направлений работ в области цифровой трансформации метрологической деятельности, приведем их краткую характеристику, в основном заимствованную из [2].

Цифровая трансформация метрологических услуг

В центре внимания здесь находится цифровая интенсификация метрологических задач инфраструктуры систем управления качеством и вопросы законодательной метрологии.

Это, с одной стороны, касается коммуникационной инфраструктуры, в которой надежность результатов измерений в области высоких частот в будущем является предпосылкой для устойчивого расширения коммуникационных сетей [3].

Но, с другой стороны, и для всей системы оценки соответствия средств и процедур измерений (испытания с целью утверждения типа, поверка, аттестация методик измерений), а также для системы калибровок требуется создать эффективные административные (возможно, рамочные) условия, которые бы не тормозили, а содействовали внедрению инноваций [4].

Владение высокой компетентностью, достаточной для решения ключевых проблем в области оценки соответствия средств и процедур измерений, контроля, испытаний, а также калибровок, IT-безопасности, методологии анализа данных, является основой для разработки, как нормативных правовых документов, так и документов по стандартизации.

⁵ 5G (от англ. Fifth Generation — пятое поколение) — разрабатываемое пятое поколение мобильной связи, действующее на основе стандартов телекоммуникаций, следующих за существующими стандартами 4G/IMT-Advanced.

⁶ Наука о данных (англ. Data Science, иногда «даталогия» — Datalogy) — раздел информатики, изучающий проблемы анализа, обработки и представления данных в цифровой форме.

⁷ Валидация (validation): подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

ции, ориентированных на запросы потребителей метрологических услуг. В частности, это может быть достигнуто путем разработки типовых архитектур аппаратных средств, а также статистических методов, практическая применимость которых подтверждена (валидирована)⁷, например, для профилактического технического обслуживания, то есть обслуживания на основе диагностики состояния эксплуатируемого оборудования и предсказания момента, когда обслуживание должно быть выполнено. Этот подход обещает экономию средств в сравнении с обычной практикой профилактического обслуживания по календарному времени или времени наработки, потому что обслуживание выполняется только при необходимости.

Другим примером удовлетворения запросов потребителей метрологических услуг могут служить: создание инфраструктуры для обеспечения цифровых методов подтверждения соответствия средств измерений, контроля, испытаний и цифрового оформления сертификатов калибровки. Можно указать еще на возможность разработки метрологического облака «Metrology Cloud», то есть цифровой инфраструктуры для гармонизации требований, методов реализации и представления результатов, обеспечивающей дальнейшее развитие работ по оценке соответствия и надзору за рынком.

Инфраструктура для цифровых сертификатов калибровки должна соответствовать положениям стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17025 [5], в котором установлены основные требования к аккредитованным калибровочным лабораториям. Этот стандарт принципиально сформулирован таким образом, чтобы не препятствовать внедрению новых технологий и применению цифровых форматов. В процессе цифровой трансформации все более важными становятся аспекты представления информации и использования путей быстрой и безопасной коммуникации, в том



Рис. 2. Общая схема поверок и калибровок



Рис. 3. Примерная схема регламентации цифровой трансформации представления сведений о поверке и калибровке

числе и для удовлетворения растущих требований промышленности. Причем следует иметь в виду, что в Российской Федерации эти требования относятся не только, а может быть и не столько, к результатам калибровки, сколько к результатам поверки средств измерений (рис. 2).

Следует отметить, что калибровочные и поверочные лаборатории, осуществляющие деятельность внутри предприятий, в настоящее время законодательством Российской Федерации не выделяются, хотя это представляется логичным, поскольку эталоны на основе положений части 5 статьи 1 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» [6] отнесены к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в то время, как далеко не все измерения, выполняемые на предприятии, относятся к этой сфере. Также логичным выглядит и дополнение средств измерений, приведенных на четвертом сверху уровне, средствами контроля и испытательным оборудованием, поскольку при оценке их метрологических характеристик могут быть использованы те же эталоны.

Проблемы и примерная схема регламентации цифровой трансформации представления сведений о поверке и калибровке приведена на рис. 3.

Особое внимание хотелось бы обратить на необходимость автоматической идентификации оборудования, подлежащего поверке или калибровке, а также передачи значительного объема данных, что диктует настоятельную необходимость автоматизации, процедур поверки и калибровки. Можно отметить и то, что необходимость автоматической передачи сведений о поверке и калибровке, по существу, исключает практикуемый в настоящее время подход к поверке многоканальных измерительных систем. Для таких систем невозможно осуществить поверку или калибровку всей системы одновременно и в комплексе. Если же указанные

процедуры будут выполняться поканально или поэлементно, то усложняется процедура идентификации (ведь надо указать принадлежность того или иного элемента или канала к конкретной системе) и данные в дальнейшем нужно интегрировать для системы в целом, с фиксацией всех предусмотренных сведений по каждому конкретному каналу или элементу.

Необходимо разработать методы представления и передачи информации, базирующейся на использовании единиц системы СИ, а также данных в сетях Интернета вещей (Internet of Things, IoT)⁸ и реализовать их. Безошибочная автоматизированная интерпретация данных требует, кроме безошибочной передачи, еще и надежного способа интерпретации данных и сопровождающей информации в отношении величины, ее размерности, используемой единицы измерения и, при потребности, указания неопределенности или погрешности результата измерений. Путем разработки стандартизованного формата таких метаданных можно обеспечить интероперабельный⁹ обмен метрологически важной информацией к численным фактическим данным для надежной автоматизированной интерпретации и оценки этих данных. Для этого формат метаданных должен быть открытым, допускающим широкое применение и гибким. При его разработке должны быть сформулированы принципиальные требования, которые необходимы для беспрепятственного обмена реальными данными в автоматизированных информационных сетях. Такие форматы метаданных могли бы также помочь обеспечить интероперабельность баз данных в анализе Больших данных (Big Data) [7].

Интересный обзор в отношении Интернета вещей приведен в публикации МЭК [8]. Описаны ограничения и сложности в области безопасности, совместимости и масштабируемости. Рассматриваются примеры промышленного, общественного и бытового

⁸ Концепция вычислительной сети физических предметов (вещей), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаящее из части действий и операций необходимость участия человека.

⁹ Интероперабельность — это способность продукта или системы, интерфейсы которых полностью открыты, взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации.



применения. Даются рекомендации и оцениваются потребности в стандартизации.

Представляет интерес и еще одна из публикаций МЭК [9], где рассматриваются вопросы периферического искусственного интеллекта. Радикальный переход от облака к периферии для обеспечения работы датчиков и систем, быстрой обработки данных и обеспечения работы Интернета вещей. Рассматриваются примеры требований, выделяются области для исследования, даются рекомендации.

Метрология в анализе больших объемов данных

Всем видам исследований присущ общий подход, связанный с тем, что только путем подходящего анализа данных из них можно извлечь полезную информацию, которая затем преобразуется в знания. Целью метрологии при анализе больших объемов данных является разработка соответствующих методов их анализа и эволюция методов машинного обучения для больших данных с акцентом на существующие, все более важные, метрологические приложения для промышленности, в которых нужно обрабатывать большие массивы данных и выводить (представлять оператору) многомерную информацию, например, в диагностической визуализации.

Как правило, в технологиях Больших данных анализируются сведения из различных источников, например, с целью выявления взаимозависимости этих данных. Для получения надежных результатов анализа при этом необходимо обеспечить, чтобы данные были совместимыми друг с другом (единица измерения, размерность, неопределенность, реже – погрешность). В метрологии первые попытки, например в институте NIST (США), ограничиваются визуальным выявлением различных источников данных. При этом интероперабельность рассматривается как чрезвычайно высокий барьер.

Часто разрабатываются прикладные решения для интероперабельности баз данных, которые затем рассматриваются на применимость для конкретной ситуации. Путем создания подходящих гармонизированных форматов можно было бы существенно поддержать автоматизированный анализ данных. Однако первая инициатива NIST с

форматом данных для Представления и преобразования единиц измерений (UnitsML) [10], по собственному высказыванию представителей института, потерпела неудачу, прежде всего из-за нехватки кадровых ресурсов. Эта попытка также показала, что сложность пригодного для интероперабельности представления реальных данных чрезвычайно высока и требует соответствующей компетентности и длительной целенаправленной работы.

Возрастает число случаев, вызывающих трудности при обработке результатов измерений, обусловленные сложными структурами данных с высокой многомерностью и вариабельностью, то есть случайной изменчивостью, а также существенным различием в качестве данных (например, они сопровождаются различной неопределенностью). Уже сегодня принятые в метрологии методы расчета неопределенности для многих случаев применения наталкиваются на свои границы в отношении многомерности и сложности вычислений. Цифровая трансформация и компьютерные методы измерений усиливают эту тенденцию и приводят к постоянно возрастающему количеству данных и параметрических пространств, когда искомая величина или зависимость отображается в виде функции многих параметров. То же можно отнести к распределенным измерительным системам, сложным компьютерным моделям или многопараметрическим данным (например, визуализация, анализы на белки и геномные анализы или биохимия). При этом все более тесная связь измерений с обработкой результатов приводит к возрастающему значению математических и статистических методов. Одновременно растут и сложности оценки достоверности полученных результатов. Поэтому, как алгоритмы методов анализа данных, так и созданное на их основе программное обеспечение нуждаются в метрологическом обеспечении с целью установления границ их пригодности.

Метрология коммуникационных систем для цифровой трансформации экономики и социальной сферы

В рамках этой темы рассматривается метрологическое обеспечение надежной, защищенной и эффективной коммуникации в условиях реализации сложных сценариев

обмена данными. К задачам метрологического обеспечения в этом случае относят, например, обеспечение метрологической прослеживаемости результатов комплексных высокочастотных измерений для сетей 5G, а также результатов измерений нелинейных и статистических величин, измеряемых на высокой частоте. Кроме того, можно указать на оценку производных данных измерений в цифровых коммуникационных сетях и показателей функционирования комплексных антенных систем.

Сейчас под термином «технология 5G» понимают, в том числе, и необходимость точной информации о каналах – времени прохождения сигналов, ослабления и растяжения импульсов при использовании различных путей распространения сигналов. Предоставление соответствующих метрологических услуг стало бы конкурентным преимуществом на рынке, на котором сейчас доминируют США и Китай.

NIST уже давно распознал потребность исследований в указанных областях и масштабно (ок. 300 млн долларов США) инвестировал в проект «Communications Technology Lab» (Лаборатория коммуникационных технологий) и программу исследований «mmWave, 5G & beyond» (миллиметровые волны, 5G и далее) [11]. При этом работы института NIST рассчитаны как минимум на 20 лет исследований. Институт NPL также существенно расширяет свою исследовательскую деятельность в этой области и недавно создал для этого совместный исследовательский центр Nonlinear Microwave Measurements and Modelling Laboratories (Лаборатории нелинейных микроволновых измерений и моделирования) совместно с Суррейским университетом (University of Surrey) [12].

Метрология для моделирования и создания виртуальных средств измерений

В соответствии с определением, приведенным в [13], виртуальное средство измерений (virtual measuring instrument): средство измерений, реализованное на основе универсальной ЭВМ и дополнительных программных и технических средств, в котором состав и порядок работы программных и технических средств могут быть изменены пользователем, причем для управления

процессом измерений и/или отображения их результатов применяют стандартные интерфейсы пользователя.

Путем разработки аналитических методов и процедур официального доступа для объединенных в сети средств измерений и виртуальных измерительных систем активно поддерживается симуляция измерительных комплексов (например, оптическая техника измерения формы или координатно-измерительная техника). Подобные средства и системы используются в целях планирования и анализа результатов экспериментов, методов формирования и использования «эталонных» величин, для использования в автоматизированных системах управления производством и создания виртуальных измерительных процессов при автоматизации измерений.

Оценка результатов измерений, включая расчет погрешности или неопределенности, может выполняться автоматизированно, эффективно и передаваться с использованием цифровых интерфейсов в инфраструктуру, объединенную в сеть, для дальнейшей обработки. В конечном итоге преследуется цель предоставления данных о достигнутых значениях погрешности или неопределенности, применяемых в производственной среде средств измерений, включая датчики. При этом достоверность полученных оценок погрешности или неопределенности должна быть объективно подтверждена для конкретных условий реализации измерительных процессов и должна соответствовать установленным требованиям. Здесь необходимо сотрудничество специалистов в области конкретных видов измерений и специалистов, занятых математическим моделированием и анализом данных.

Как отмечено в [2], модульная структура и доступность источников программного обеспечения принципиально позволяют очень широкое их применение для проведения виртуальных экспериментов, в частности, внутри РТВ. Определенные методики измерений, даже вынужденно, базируются на физически корректном моделировании. Например, в интерферометре «Tilted wave interferometer», разработанном в Штутгартском университете и применяемом также и в РТВ для измерений на асферических по-



верхностях, используется моделирование хода лучей для определения отклонения испытуемого объекта от цифрового расчетного образца [14], [15]. При этом полученный путем симуляции виртуальный результат измерения сравнивается с реально существующим, чтобы из отклонений вывести фактическую структуру поверхности испытуемого объекта. Одной из главных проблем в подобных экспериментах является обеспечение прослеживаемости к единицам системы СИ. Из-за сложности физических процессов измерений и применяемых методов моделирования здесь существует большая потребность в исследованиях.

Для контроля качества и в автоматизированном управлении производством также находят все большее применение алгоритмы сбора и обработки данных, полученных с помощью интегрированных, объединенных в сеть измерительных систем. Из этого вытекают новые задачи по обеспечению метрологической прослеживаемости и оценке влияния погрешности или неопределенности на эффективность применения интегрированных сетевых систем. В частности, путем разработки специальных эталонов для применения в практической сфере измерений и управления.

Аддитивные методы производства, суть которых заключается в соединении материалов для создания объектов на основе данных 3D-модели слой за слоем (этим они отличаются от обычных субтрактивных технологий производства, подразумевающих механическую обработку – удаление вещества из заготовки) [16], все больше применяются в промышленной сфере, дополнительно к традиционным методам, например, для повышения эффективности. Подобные методы за счет их послойной технологической характеристики дают большую свободу действий для конструктивных решений и оптимизации по различным критериям. Но разработка подходящих методов измерения в процессе производства для управления аддитивным производством, а также метрологическая характеристика точности изготовления представляют собой серьезную проблему.

Как следствие объединения в сеть измерительных систем, заказчики фирм-производителей датчиков все чаще проявляют ин-

терес к интеллектуальным измерительным системам, которые, обладая соответствующим программным обеспечением, автоматизированно, и при необходимости, автономно, обеспечивают получение результатов измерений и могут взаимодействовать с другими датчиками и устройствами (закупка результатов измерений вместо закупки средств измерений). Растущая потребность в точных и надежных результатах измерений приводит к тому, что все чаще требуются поверка и калибровка измерительных приборов с цифровыми интерфейсами и встроенным программным обеспечением обработки данных, например, в акустических и динамических измерениях. До сих пор измерительное оборудование и методики измерений, как правило, не включают возможность оценки метрологических характеристик результатов измерений, в которых итоговое полученное значение уже было подвергнуто предварительной обработке. Это создает новые проблемы для метрологических институтов, прежде всего, в тех случаях, когда нельзя непосредственно увидеть ни алгоритмы обработки, ни исходные аналоговые данные. Здесь требуются как новые измерительные возможности, так и новые подходы в оценке соответствия.

Стратегия реализации

В заключение укажем на те направления работ РТВ, которые являются серьезными вехами для организации, поддерживающей цифровую трансформацию экономики и общества, и являются междисциплинарными проектами, охватывающими несколько областей науки [2]:

- Метрологическое облако (Metrology Cloud) – внедрение пользующейся доверием базовой платформы для цифровой инфраструктуры управления качеством путем присоединения существующих информационных инфраструктур и баз данных и обеспечения дифференцированного доступа к ним всех партнеров, а также для цифровой поддержки решений, принимаемых в области законодательной метрологии;
- Цифровой сертификат калибровки – создание надежной стандартизированной цифровой информационной струк-

туры для универсального применения в сфере калибровки, аккредитации и метрологии и цифровой поддержки всей иерархии калибровок в инфраструктуре управления качеством;

- Виртуальные эксперименты и метрология, опирающаяся на математику, – создание междисциплинарной виртуальной группы компетентности для метрологической поддержки при смене парадигм для применения симуляций и анализа данных как сугубо важной составляющей процедуры измерений.

Кроме того, в соответствующих научных подразделениях института будут долгосрочно поддерживаться целенаправленные метрологические исследования в области современных сетей в высокочастотных диапазонах (5G), распространение инфраструктуры качества на онлайн-контроль, а также метрологическая поддержка цифровой трансформации прецизионного производства.

Видимо, схожие проблемы стоят и перед отечественной метрологией, и решать их надо уже сейчас. Еще раз можно подчеркнуть необходимость самой широкой кооперации при их решении. Поскольку, как отмечалось ранее, Россия занимает 41-е место в мире по готовности к цифровой трансформации экономики и социальной сферы и 38-е место по инвестициям в эту сферу, любая задержка с развитием указанных работ может привести к существенному, если не катастрофическому, отставанию.

! Справка

- По данным The Boston Consulting Group (BCG), доля цифровой экономики (веб-или интернет-экономика) в мировом ВВП составляет 5,5%.
- На пространстве Евразийского экономического союза доля цифровой экономики в ВВП составляет около 2,8%, или 85 млрд долл. США.
- По оценкам Roland Berger (2015 г.), цифровая трансформация европейской промышленности может создать ценность в объеме 1,25 трлн евро к 2025 г.

Литература

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.
2. Отчет Научного совета РТВ: Метрология для цифровой трансформации экономики и общества, 2017.
3. IEC White Paper. NGNM 5G White Paper, 2015.
4. Thiel F. und Esche M. Digitalisierung im gesetzlichen Messwesen. – РТВ-Mitteilungen, 2016 №. 4, (Цифровая трансформация в правовом измерении).
5. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
6. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
7. NIST: Big Data Interoperability Framework – NIST SP 1500. – NIST Special Publication, 2015 (Платформа совместимости больших данных).
8. IEC white paper. IoT 2020: Smart and Secure IoT Platform, 2017 (Стратегии МЭК: Умная и безопасная платформа Интернета вещей / Бюро по рыночной стратегии МЭК, компания SAP, Институт Фраунгофера, компании NEC, Hitachi, Mitsubishi, Huawei и др.).
9. IEC White Paper:.. Edge Intelligence. IEC Market Strategy Board (MSB), 2017. (Стратегии МЭК: Периферический искусственный интеллект).
10. NIST: Units Markup Language (UnitsML), [Online], Available: <http://unitsml.nist.gov>
11. NIST: mm Wave, 5G & Beyond [Online]. Available: <http://www.nist.gov/programs-projects/5g-beyond>
12. <http://n3m-labs.org>
13. ГОСТ Р 8.818-2013. ГСИ. Средства измерений и системы измерительные виртуальные. Общие положения.
14. Mahr: Tilted Wave Interferometer zur schnellen und flexiblen Messung und AnalyseasphSrischer Linsen, [Online]. Available: <http://www.mahr.com/de/Leistungen/Fertigungsmesstechnik/Produkte/MarOpto-Messgerate-fur-die-Optikindustrie/MarOpto-Tilted-Wave-Interferometer/>
15. PTB: Tilted-Wave Interferometer [Online]. Available: <http://www.ptb.de/cms/de/ptb/fachabteilungen/abt4/fb-42/ag-421/tilted-wave-interferometer.html>
16. <http://fb.ru/article/231049/additivnaya-tehnologiya-opisanie-opredelenie-osobennosti-primeneniya-i-otzyivyi-additivnyie-tehnologii-v-promyshlennosti> ■



ЦИФРОЙ ПО ВИРУСУ: РАБОТА МЕТРОЛОГОВ В НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ



Еще несколько месяцев назад мы и не думали об «удаленке», о выполнении профессиональных обязанностей дистанционно, находясь в десятках километров от привычного места деятельности. Работа в новой реальности, в цифровом формате сегодня – уже неоспоримый факт.

Что изменилось? Как осуществляется деятельность подведомственных Росстандарту ЦСМ, которые продолжают свою работу и в непрерывном режиме оказывают услуги предприятиям промышленности и торговли, медицинским и аптечным организациям, производителям продукции, ограничивающей распространение COVID-19?

*С этими вопросами мы обратились к директору Государственного центра стандартизации, метрологии и испытаний Росстандарта в Нижегородской области **Денису Миронову**. Пообщались дистанционно, через онлайн-приложение.*

Меры безопасности и санитарный режим – все прописано в корпоративном стандарте

Денис Евгеньевич, цифровизация услуг ЦСМ – общая тенденция в системе Росстандарта или что-то уникальное?

Цифровая трансформация является общей концепцией Росстандарта, которая направлена в том числе и на развитие цифровых сервисов для стандартизации и метрологии. Одна из задач концепции – реагировать на поставленные руководством страны задачи оперативно и более вдумчиво. Сегодня мы видим, что в условиях режима самоизоляции данная стратегия оказалась крайне востребованной.

Если мы говорим о цифровизации, значит, весь коллектив Центра работает на «удаленке»?

Кто может работать дистанционно, а такие службы есть на каждом предприятии, ушли на «удаленку». Приезжают на рабочее место только те специалисты, которые оказывают метрологические и сертификационные услуги (включая испытания, поверку и калибровку средств измерений, аттестацию эталонов и методик измерений) в Центре, с применением парка современного эталонного и лабораторного оборудования. Отмечу, что все работы сотрудники проводят с соблюдением мер предосторожности: в Центре введен в действие корпоративный стандарт «Требования к обеспечению безопасной деятельности организации, в том числе санитарно-гигиенической безопасности в целях противодействия распространению новой коронавирусной инфекции (сovid-19)». В нем содержатся основные требования, которые предъявляются к санитарному режиму Центра и личной гиги-



ене работников. Обязательная дезинфекция рук и измерение температуры тела всем, кто заходит в Центр, одноразовые халаты, медицинские маски и перчатки, дезсредства для протирки рабочих столов, минимальное количество сотрудников в отделах (они работают посменно для исключения лишних контактов), соблюдение безопасной дистанции – все это прописано в стандарте, именно так сегодня организована работа в Центре. Мы прилагаем все усилия, чтобы непрерывно предоставлять услуги предприятиям, которые производят продукцию, ограничивающую распространение коронавируса, но здоровье и безопасность сотрудников Центра все равно на первом месте.

Подобный стандарт введен только на вашем предприятии?

Стандарт можно взять за основу для разработки аналогичных документов на других предприятиях и организациях, он размещен в общем доступе на нашем сайте www.nncsm.ru. Вероятно, кто-то этой возможностью уже воспользовался и разработал стандарт «под себя». Уверен, что документ сегодня востребован.

Онлайн-совещания, производственный контроль, документооборот – на любом устройстве, в любом месте

Вернемся к «удаленке». Как это работает и насколько эффективно?

В прошлом году мы начали создавать цифровое рабочее пространство. Сейчас данный формат работы оказался основным, и теперь мы оперативно его внедряем.

Цифровое рабочее пространство..?

Да, это мобильная рабочая среда с высокой степенью вовлеченности, которая обеспечивает совместную работу, необходимую сотрудникам Центра для выполнения поступающих задач. Другими словами, виртуальная версия обычного рабочего пространства – среды, которая быстро, безопасно и надежно предоставляет все инструменты для совместной работы, необходимые сотрудникам на мобильном устройстве, в любое время и в любом месте. Электронный документооборот, проведение онлайн-совещаний с руководите-

лями подразделений, которые располагаются в разных районах Нижегородской области, оперативное решение вопросов, финансовый контроль – все это входит в понятие «цифровое рабочее пространство».

А как же заказчики ваших услуг? С ними тоже в Интернете общаетесь?

Для заказчиков мы также формируем взаимодействие в цифровом формате. Но это не Интернет-приложение – я говорю о сервисе «Личный кабинет», который разработан и внедрен на сайте Центра.

У многих компаний присутствует подобный сервис. Ваш имеет какие-то преимущества?

И не одно, а целый ряд преимуществ. Зарегистрировавшись в личном кабинете, заказчик может отправить запрос на поверку или получение коммерческого предложения с ориентировочной стоимостью услуги. В личном кабинете автоматически формируется предварительный счет на оплату и полный пакет документов. Предусмотрена возможность быстро записаться на сдачу средств измерений, выбрать удобное для посещения ЦСМ время, сейчас это очень актуально. В личном кабинете в онлайн-режиме можно отслеживать готовность выполнения услуг по метрологии, испытаниям или сертификации. Система вовремя напомнит клиенту о том, что срок поверки парка средств измерений на предприятии подходит к концу. Для удобства и минимизации физических контактов мы позаботились о транспортировке средств измерений в ЦСМ – заключены договоры с транспортными компаниями, которые работают в сложившейся ситуации. Заказчик в личном кабинете и сам может выбрать ближайшее подразделение Центра (их в регионе 10), куда ему удобно будет сдать приборы и оборудование.

Можете оказать весь спектр услуг, например, по метрологии?

Если не сможем сами – все равно поможем. Заказчик может сдать все имеющиеся средства измерения, специалисты ЦСМ произведут поверку в соответствии с областью аккредитации. Средства измерений, которые не входят в область аккредитации нашего Центра, будут направлены в научно-исследо-



В лаборатории физико-химических измерений и испытаний

вательские институты и ЦСМ системы Росстандарта, а после выполнения поверки возвращены в филиал Нижегородского ЦСМ.

То есть вы можете забрать средства измерения у заказчика прямо с предприятия, либо из удобного ему филиала ЦСМ, разобрать заказ, что называется, «по косточкам», что сами можете – поверяете у себя, остальное оборудование отправляете в аккредитованную на данный вид услуг организацию. После прохождения поверки сами собираете заказ и везете его в тот филиал, откуда забрали. Правильно?

Правильно. Заказчику остается только отслеживать статус готовности заказа в «личном кабинете» (www.npcsm.ru) и забрать средства измерения из ЦСМ, либо заказать их доставку.

Кроме того, сейчас Росстандарт работает совместно с федеральным Интернет-сервисом «КтоПоверит» над созданием единой базы организаций, оказывающих метрологические услуги. Владельцам средств измерений не нужно будет искать и сравнивать цены вручную: сравним предложения от всех поверочных



Оказание услуг происходит с соблюдением всех мер предосторожности

организаций, система покажет заказчику лучшие варианты, подходящие под его требования. Такая система «единого окна» вышла на плановую мощность еще в 2019 г. и актуальна сегодня с учетом сохранения режима самоизоляции. Мне кажется, этот подход позволит бизнесу всей страны найти наилучшие предложения. Наша деятельность на данный момент интегрируется с этой системой.

Пошив масок и выпуск дезсредств: для ЦСМ это также актуально

Теперь поговорим о коронавирусе. Какие предприятия сегодня, в период пандемии, нуждаются в услугах ЦСМ?

Жизнь, не смотря на режим строгой самоизоляции, продолжается. На передовой сейчас, конечно же, медицина. Огромное спасибо медикам, которые работают круглые сутки, спасая сотни, тысячи жизней. Своевременное оказание медицинской помощи, правильно поставленный диагноз зависит не только от квалификации врача, но и от исправной работы медицинского оборудования. Тонометры,



Поверка средства измерений в медучреждении в период пандемии

пульсоксиметры, аппараты искусственной вентиляции легких и прикроватные мониторы, ЭКГ – это далеко не весь перечень средств измерений медицинского назначения, которые поверяют метрологи Нижегородского ЦСМ. Заявки поступают как от муниципальных медицинских учреждений, так и от частных клиник. Пациент в любое время, даже в период пандемии, должен знать, что оборудование в поликлинике или больнице, где проводится его обследование или лечение, работает корректно.

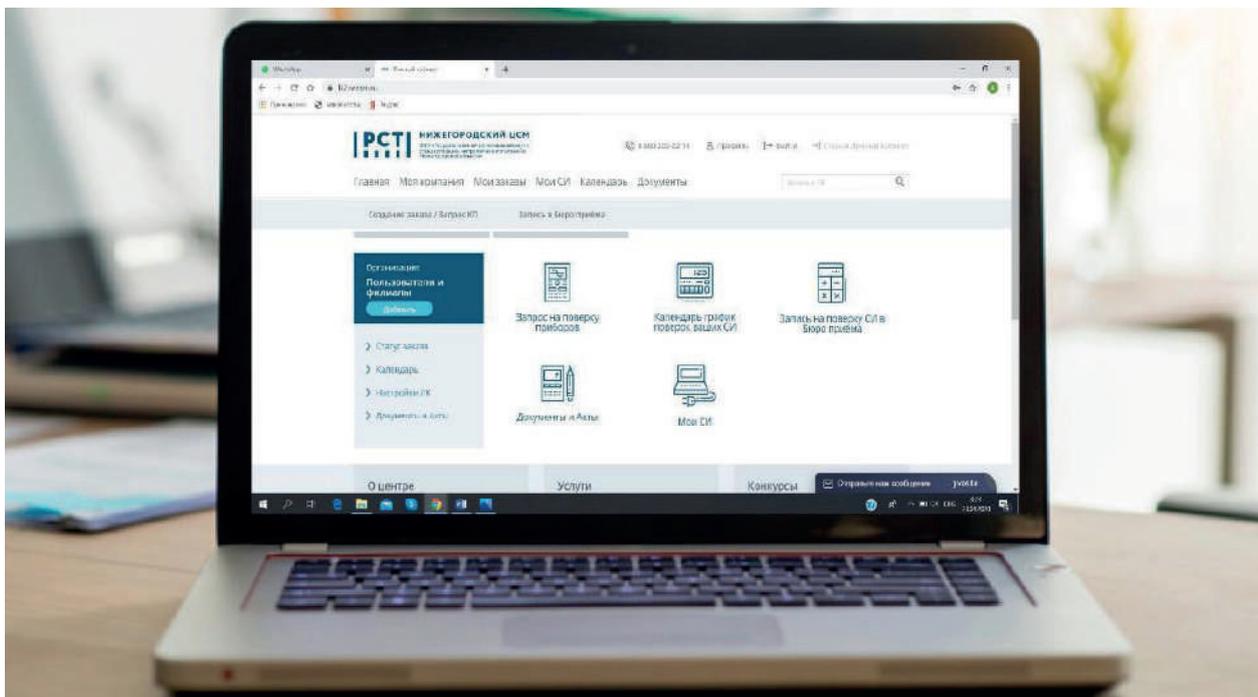
Многие нижегородские предприятия перепрофилируются и начинают выпуск спецодежды, масок и дезсредств для борьбы с вирусом. В списке таких предприятий, опубликованных Министерством промышленности, торговли и предпринимательства Нижегородской области, 44 организации. С ними работаете?

Конечно. Когда предприятие разрабатывает новую линейку продукта в новой реальности (я говорю о дезсредствах, тканевых масках и т.д.), к нам часто обращаются за

консультациями. Отдел стандартизации, сертификации и экспертизы ЦСМ оказывает помощь таким предприятиям в проведении испытаний и добровольной сертификации опытных образцов средства на соответствие документам производителя. Например, недавно проводили тестовые испытания антисептика, выпуск которого наладило одно из предприятий Дзержинска. На этом наше взаимодействие не заканчивается: мы сопровождаем заказ и оказываем методическую помощь предприятию для скорейшей государственной регистрации данного образца. Многие швейные фабрики сегодня начали выпуск тканевых масок, в процессе производства они используют большое количество средств измерений – те же самые линейки, поверку которых проводят метрологи ЦСМ.

Не остаются ли в стороне предприятия, которые производят продукты питания, товары повседневного спроса?

Они были, есть и будут нашими заказчиками. Лаборатории испытательного центра ЦСМ ежедневно проводят испытания данных видов



Личный кабинет клиента на сайте Нижегородского ЦСМ

продукции. Среди них – молоко, хлеб, мясо и многое другое. Чтобы минимизировать физические контакты, мы оптимизировали логистику приема и сдачи образцов продукции на испытания.

ГОСТы и ТУ на средства защиты

К слову, о масках: существует ли ГОСТ на такие необходимые сегодня средства защиты?

Росстандарт опубликовал обзор стандартов на маски разных типов. Один из основополагающих документов – ГОСТ Р 58396-2019 «Маски медицинские. Требования и методы испытаний». Стандарт является первым нормативным документом, определяющим требования к медицинским маскам в нашей стране. ГОСТ был разработан с учетом международных требований и гармонизирован с европейским стандартом EN 14683:2014.

Что определяет стандарт?

Конструкцию, дизайн, требования к функциональным характеристикам и методы испытаний медицинских масок. С учетом массового спроса на другие типы масок в России также

разрабатывается предварительный национальный стандарт (ПНСТ) «Маски лицевые марлевые». Документ проходит публичное обсуждение, а его утверждение запланировано на июнь 2020 г. Стандарт является экспериментальным документом по стандартизации, который может действовать до трех лет. Когда будут обобщены результаты его применения, будет принято решение о продлении ПНСТ в качестве национального стандарта, либо его отмене или доработке.

Для того, чтобы обеспечить рост производства средств индивидуальной защиты и медицинских изделий, Росстандарт активно информирует бизнес о доступной сегодня нормативно-технической документации, в том числе о технических условиях предприятий-изготовителей на продукцию, которая применяется для профилактики и борьбы с распространением вирусной инфекции. Хочу сказать большое спасибо производителям, которые делятся с коллегами разработанными ТУ.

В стране создаются все условия для того, чтобы оперативно наладить произ-



Обновленное Бюро приема и выдачи заказов открылось во Всемирный день метрологии

водство масок своими силами, не дожидаясь помощи из-за рубежа?

Безусловно. И, как мы уже говорили, список таких предприятий с телефонами специалистов опубликован в сети Интернет и находится в открытом доступе. Закупить необходимые средства защиты мне, как и любому другому руководителю того или иного предприятия, не составит особого труда.

Новое бюро приемки: вход через штрихкод

Наверняка у Центра существуют некие планы дальнейшего развития. Насколько в сложившейся непростой эпидемиологической обстановке они реализуются?

Планы никто не отменял, просто некоторые из них получили отсрочку. Но не все. Например, 20 мая мы открыли модернизированное бюро приемки. Это совершенно новое экопространство, отвечающее всем требованиям «бережливого производства»: мы создали новый формат общения с заказчиками, причем территориально распределенный – подключили все 10 «точек доступа» (подразделений) центра. Увеличили количество окон для выдачи заказов, создали комфортную

зону ожидания, проработали навигацию... Меняется все, начиная с применения штрихкодирования продукции и заканчивая процессом выдачи средств измерений заказчику. Но сейчас, чтобы исключить скопление людей во время сдачи средств измерений, мы просим своих заказчиков записываться на прием в личном кабинете либо по телефону call – центра: 8-800-200-22-14.

Расскажите, пожалуйста, подробнее о принципе действия штрихкодирования?

На средство измерения, которое поступает в бюро приемки, будет нанесен индивидуальный QR код или штрихкод. Код сразу же в режиме онлайн вносится в систему тех служб, которые будут вести данный заказ. В нем зашифрована полная информация о данном приборе в момент оказания услуги. Отсканировав штрихкод в системе, сотрудник, например, сможет увидеть, когда поступил прибор, где, в каком подразделении он в тот или иной момент находится, как долго осуществлялась его транспортировка из филиала в ЦСМ, какой конкретно специалист оказывает услугу и т.д. Я бы назвал этот процесс «жизненным циклом услуги», с помо-

щью штрихкодирования он будет виден как на ладони.

Автоматизированные рабочие места запускаем в тестовую эксплуатацию

Серьезно вы за цифру взялись. И так во всем?

Не во всем, но во многом. Ко Всемирному дню метрологии (20 мая) мы запустили в тестовом режиме работу информационно-аналитической системы ЦСМ.

Числа, суммы, отчеты?

Смотрите глубже. Создаем автоматизированные рабочие места (АРМ) – поверителя, испытателя, специалиста по сертификации... Как это будет работать? У каждого руководителя подразделения будет электронный рабочий стол. Руководитель испытательной лаборатории, например, может в режиме онлайн видеть загрузку сотрудников и оборудования, при необходимости перераспределить заказы в оперативном режиме. В системе видно, какое время сотрудник потратил на выполнение задачи, готовы ли протоколы испытаний и т.д. Автоматизированное рабочее место поверителя высвечивает список задач и сроки их исполнения, штрихкод средства измерений и место, где оно в данный момент находится. В системе активно используется электронная цифровая подпись (ЭЦП). Закончил поверитель работу, документ подписывается с помощью ЭЦП и автоматически «улетает» во ФГИС «Аршин». Заказчик может сразу увидеть: услуга оказана, с прибором все в порядке.

Будет ли такое рабочее место у директора?

Разумеется. Руководитель может видеть загрузку всех подразделений, движение средств измерений по отделам, финансовую составляющую Центра, соблюдение трудового режима, движение каждого автомобиля предприятия. В мае мы запустили систему в тестовую эксплуатацию, в течение которой будут устраняться выявляемые проблемы, если таковые найдутся. Затем АРМ заработают в полную силу.

Можно ли использовать такую систему и на других предприятиях?



Считывание штрихкода

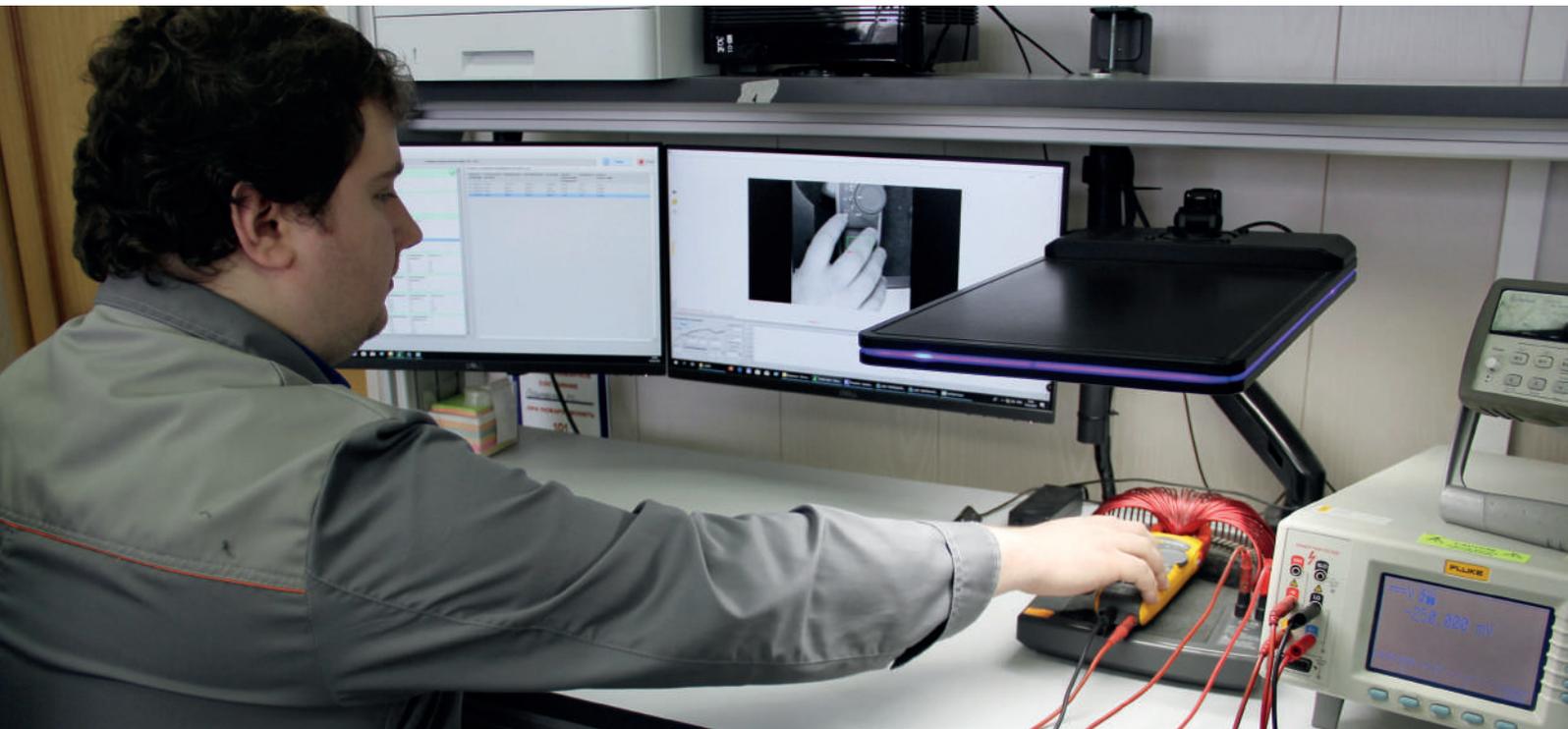
В этом еще одно достоинство системы: она универсальна, ее можно применять на любом предприятии, где существует метрологическая служба. Неважно, птицефабрика это или завод по производству газовых счетчиков. После проведения тестовой эксплуатации это будет готовый продукт, который позволит предприятию или организации выйти на новый, цифровой уровень деятельности.

За достаточно короткое время Центр сумел оперативно перестроиться на онлайн-взаимодействие с предприятиями и организациями – заказчиками услуг. Позвольте пожелать Вам дальнейших успехов в развитии этого направления.

Спасибо. Работу над поставленной Росстандартом задачей по развитию цифровизации мы сейчас активно ведем. Стараемся оперативно выполнять заказы, стремимся совершенствовать наши сервисы, внедряем в работу последние технологии, повышаем эффективность производственных процессов и упрощаем клиентам доступ к интересующим данным. Сегодня мы все понимаем, как важно быть мобильным и цифровым предприятием, поэтому будем двигаться дальше. 



ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО МЕСТА ПОВЕРИТЕЛЯ-КАЛИБРОВЩИКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МЕТРОЛОГИИ



А.Е. Коломин,
канд. техн. наук, главный метролог ФБУ «Ростест-Москва»,
info@rostest.ru

Одной из основных задач цифровой трансформации метрологии является повышение и поддержание качества, а также доверия к результатам измерений. Автоматизация процессов измерений при проведении работ по поверке (калибровке) средств измерений является наиболее эффективным способом решения вышеуказанной задачи. Процессу автоматизации способствует обновление парка средств измерений, в которых передача измерительной информации и процесс управления осуществляется посредством цифрового интерфейса.

Внедрение автоматизации рабочих мест в современной лаборатории продиктовано рядом факторов:

- высокий уровень трудоемкости при поверке, который обуславливается

наличием большого количества схожих, монотонных операций, выполняемых работником лаборатории;

- значительная сложность ряда методик поверок.



Организация эргономики автоматизированных рабочих мест является важным этапом при переходе лаборатории на цифровой формат проведения работ по поверке (калибровке) средств измерений. Требования к эргономичности автоматизированных рабочих мест по поверке (калибровке) средств измерений приведены далее.

Все предметы труда и инструменты на рабочем месте располагают в пределах зоны досягаемости, чтобы устранить лишние наклоны, повороты, приседания и другие движения, вызывающие утомление и дополнительные затраты времени. Нормальная зона досягаемости в горизонтальной плоскости ограничивается воображаемой дугой, очерчиваемой концами пальцев руки, которая движется с центром вращения в локтевом суставе. По фронту эта зона составляет примерно 1000 мм, в глубину – 300 мм. Максимальная зона досягаемости в горизонтальной плоскости ограничивается воображаемой дугой, очерчиваемой концами пальцев полностью вытянутой руки, которая движется с центром вращения в плечевом суставе. Эта зона составляет по фронту около 1500 мм, в глубину – 500 мм.

Рациональная планировка рабочего места предполагает, прежде всего, установление удобных для выполнения технологических операций зон и соответственно продуманного расположения всего необходимого для работы. На рабочем месте выделяется оперативная рабочая зона, под которой понимается площадь, находящаяся в пределах хорошей досягаемости сотрудника. В зависимости от распределения движений и приемов, выполняемых в процессе труда, приспособления и инструменты располагаются в непосредственной близости к работнику. Запасные детали и инструмент должны находиться за пределами оперативной зоны в специальных ящиках и шкафах. Работа в зоне хорошей досягаемости должна проходить с минимально возможными затратами энергии рабочего без лишних наклонов, поворотов туловища, приседаний и других движений, утомляющих сотрудника и вызывающих дополнительные затраты времени.

Нормальной зоной рабочего пространства столешницы следует считать ту, что находится прямо перед работающим и на расстоянии (500 – 600) мм справа и слева.

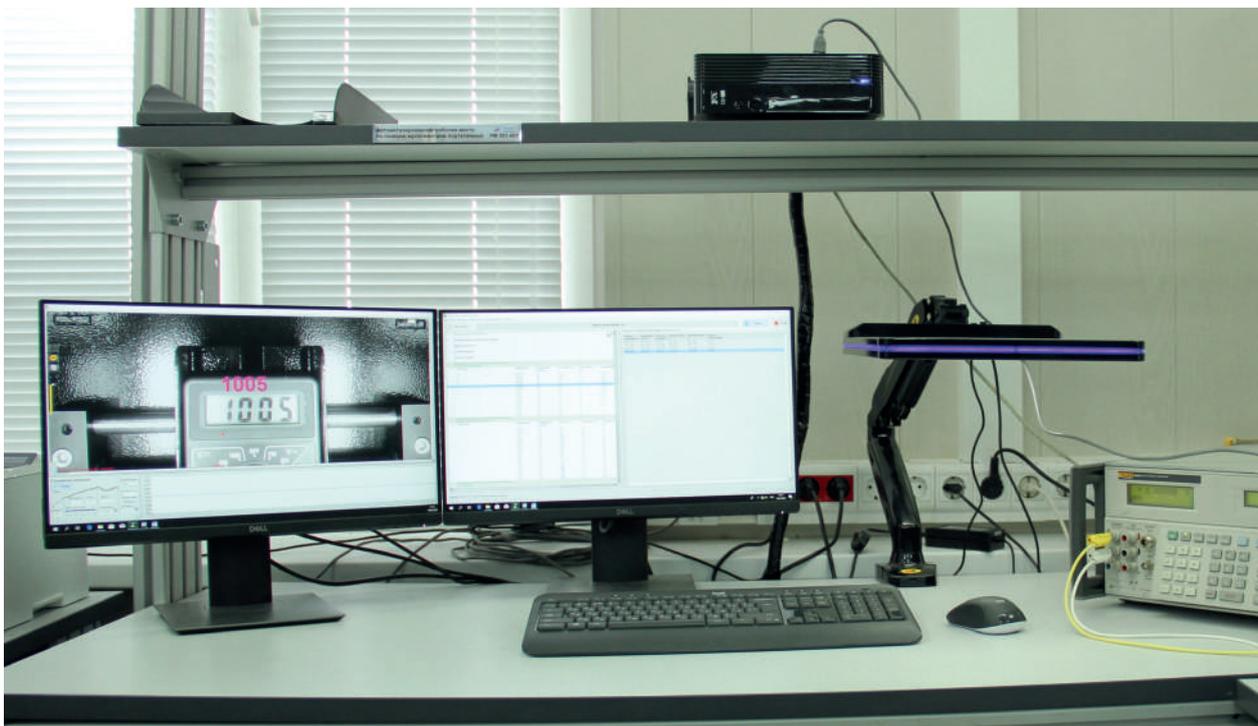
Экран монитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии (600–700) мм, но не ближе 400 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Уровень глаз при вертикальном расположенном экране должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия зрения должна быть перпендикулярна центру экрана, оптимальное ее отклонение от перпендикуляра, проходящего через центр экрана в вертикальной плоскости, не должно превышать отклонения в 5 градусов, допустимое отклонение 10 градусов (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

Для организации рабочего пространства сотрудника в СанПиН указаны определенные параметры, которые должны быть соблюдены при планировке рабочего места. Учитывая то, что деятельность сотрудника предполагает работу с компьютером, нормы площади на одного сотрудника составляют 4,5 м².

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно быть равномерным. В производственных и административно-общественных помещениях при преимущественной работе с документами следует применять системы комбинированного освещения (к общему дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для зоны расположения документов).

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы сотрудника при работе на компьютере, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с персональным компьютером.

Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого па-



раметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Высота рабочей поверхности стола для работников должна регулироваться в пределах (680–800) мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Модульными размерами рабочей поверхности стола, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.

Проведение автоматизации рабочего места по поверке (калибровке) средств из-

мерений в целях увеличения его производительности, а также улучшения качества проводимых метрологических работ невозможно без комплексного подхода к решению данной задачи. Одним из аспектов ее решения является выполнение требований к организации эргономичности автоматизированных рабочих мест, внимание которым уделено в данной статье. При этом необходимо учитывать ряд особенностей эксплуатации применяемого оборудования, которые целесообразно выявить при проведении аудита степени эргономичности рабочих мест по поверке (калибровке) средств измерений.

В рамках автоматизации рабочих мест ФБУ «Ростест-Москва» проведена работа по расчету эргономических показателей и определены критерии выбора геометрических параметров рабочего места поверителя-калибровщика.

ФБУ «Ростест-Москва» совместно с ООО «ЮНИТЕСС» разработаны алгоритмы проведения аудита рабочих мест. Эти инструкции можно применять при решении задач по автоматизации рабочих мест поверителей-калибровщиков. 



ФГИС «АРШИН» – ДРАЙВЕР ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ



*И.В. Красавин, руководитель Центра мониторинга и прогнозирования ФГБУ «ВНИИМС»,
Москва, i.krasavin@vniims.ru*

А.Ю. Пилугин, руководитель проектов ФГБУ «ВНИИМС», Москва, pilyugin@vniims.ru

В настоящее время в рамках цифровой трансформации деятельности федеральных органов исполнительной власти идет активное создание федеральных государственных информационных систем, предназначенных для сбора информации и обеспечения публичного доступа к документам и сведениям по направлениям деятельности федеральных органов исполнительной власти.

В целях автоматизации деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в части обеспечения единства измерений в 2017 г. была разработана вторая очередь Федеральной государственной информационной системы Росстандарта ФГИС «АРШИН», предназначенная для создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ, далее ФИФ).

В конце 2018 г. осуществлена последняя миграция данных из разрозненных баз во ФГИС «АРШИН», с начала 2019 г. программное обеспечение ФГИС «АРШИН», развернутое на серверных мощностях ФИФ, становится единственной центральной точкой входа метрологических данных ФИФ. Оператору ФИФ (Оператор Фонда) – ФГУП «ВНИИМС» поручена эксплуатация технологической платформы, общего и прикладного программного обеспечения ФГИС «АРШИН». Этот момент можно считать началом периода, с которого ФГУП «ВНИИМС» является эксплуатантом ФГИС «АРШИН».

Как уже отмечалось, ФГИС «АРШИН» предназначен для ведения ФИФ и предоставления общего доступа к сведениям, содержащимся в нем. Таким образом, ФГИС «АРШИН» сегодня – это 12 разделов, содержащих:

- 74 нормативных правовых акта;
- сведения о более чем 1800 нормативно-технических документах;
- три информационные базы данных условных знаков поверки, шифров калибровки и уведомлений о производстве эталонов единиц величин и средств измерений;
- информацию и данные 366 таблиц стандартных справочных данных;
- 191 международный документ;
- 12 международных договоров;
- единый перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- сведения о более чем 36 тыс. аттестованных, 10 первичных референтных и 7 референтных методиках (методах) измерений;
- сведения о 164 государственных первичных эталонах;
- сведения о более чем 113 тыс. эталонов единиц величин;
- сведения о 9 918 утвержденных стандартных образцах;
- сведения о более чем 93 тыс. утвержденных типов средств измерений;
- сведения о более чем 311 млн результатов поверки средств измерений.

Все эти разделы периодически актуализируются и пополняются новыми документами и сведениями как Оператором Фонда, так и пользователями системы, как это делается в случае с передачей сведений о результатах поверки средств измерений организациями, осуществляющими их поверку.

Следует сказать, что для обеспечения функционирования ФГИС «АРШИН» возникла необходимость создания в составе ФГУП «ВНИИМС» отдельной группы, на которую были возложены задачи эксплуатации технологической платформы, общего и прикладного программного обеспечения.

Достаточно короткий период эксплуатации ФГИС «АРШИН» как основной систе-

мы ведения ФИФ и предоставления общего доступа к документам и сведениям, содержащимся в нем, показали существенные недостатки в выбранных технических, архитектурных и алгоритмических решениях при создании ФГИС «АРШИН». Выявленные недостатки приводили к значительному увеличению времени на публикацию сведений о результатах поверки средств измерений, периодические сбои в работе ФГИС «АРШИН» вплоть до останова системы, вызываемые в первую очередь нагрузкой, которая при разработке ФГИС «АРШИН» была недооценена.

В начале 2019 г. во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации от 9 ноября 2017 г. № 2478-р во ФГУП «ВНИИМС» приказом Росстандарта создается специализированный центр мониторинга состояния системы обеспечения единства измерений, прогнозирования измерительных потребностей экономики и общества, а также оценки влияния уровня развития метрологии на качество жизни и экономику страны в целом, на который помимо перечисленных в его названии были возложены задачи по развитию ФГИС «АРШИН».

В ходе эксплуатации ФГИС «АРШИН» в целях повышения стабильности и производительности ее работы в части публикации сведений о результатах поверки средств измерений Центром мониторинга и прогнозирования предпринимались меры по оптимизации, в результате чего время опубликования сведений о результатах поверки было сокращено с нескольких недель до нескольких дней. Но по мере выполнения работ по оптимизации, а также с учетом меняющегося законодательства в области обеспечения единства измерений становилась очевидной необходимость глубокой модернизации системы.

С учетом загруженности модулей ФГИС «АРШИН» при определении приоритетов их модернизации Росстандартом было принято решение о необходимости первоочередной переработки модуля учета сведений о результатах поверки средств измерений. Задача по модернизации данного модуля также была возложена на ФГУП «ВНИИМС», а именно на Центр мониторинга и прогнозирования. Таким образом, в 2019 г. с началом работ по модернизации модуля учета сведе-

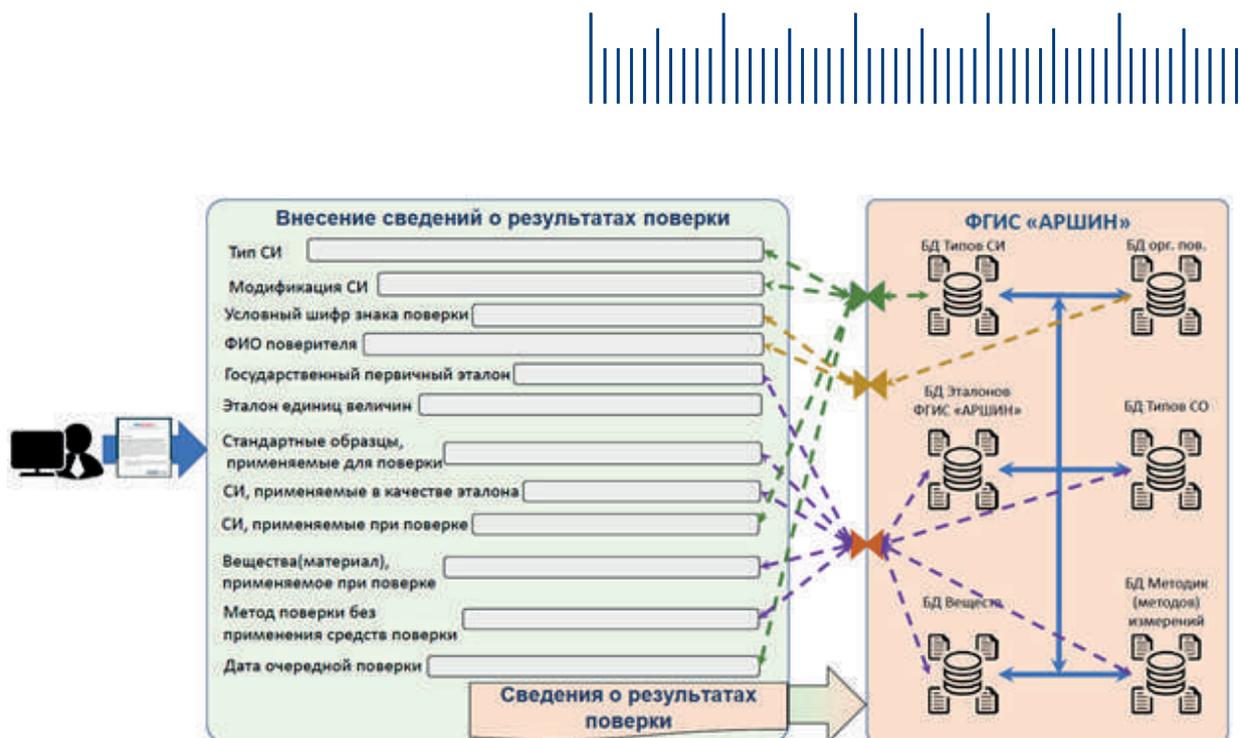


Рис. 1. Взаимосвязь модуля «Поверки» с модулями ФГИС «АРШИН» и сведениями, содержащимися в них

ний о результатах поверки (далее – модуль «Поверки») ФГУП «ВНИИМС» фактически становится разработчиком.

При модернизации модуля «Поверки» стояла непростая задача по существенному повышению его производительности при сохранении взаимосвязи с остальными модулями ФГИС «АРШИН» (рис. 1). С учетом опыта эксплуатации, потребностей пользователей, а также тенденций цифровой трансформации метрологии модуль «Поверки» фактически был полностью переработан.

В кратчайшие сроки было разработано и развернуто программное обеспечение модернизированного модуля «Поверки», обеспечивающее взаимосвязь с базами данных утвержденных типов средств измерений, типов стандартных образцов, эталонов единиц величин и государственных первичных эталонов единиц величин ФГИС «АРШИН». Модернизированный модуль «Поверки» обладает более дружелюбным и функциональным интерфейсом и возможностями, направленными на удобство работы с ним. При модернизации был осуществлен переход на иные технологические решения. Базы данных модернизируемого модуля стали реляционными, для разработки применялись передовые методы и языки программирования, сделан уклон на формализацию данных, использование машиночитаемых форматов, используемых при передаче сведений о ре-

зультатах поверки. В разработанном модуле «Поверки» заложен дальнейший модернизационный потенциал, обеспечивающий возможность с минимальными затратами реализовывать изменяющиеся требования законодательных и нормативных правовых актов в области обеспечения единства измерений, при этом предусмотрена возможность масштабирования системы, что позволит наращивать производительность приведения ее в соответствие потребностям участников рынка метрологических услуг.

Несмотря на большой объем выполненных работ, это всего лишь первый этап масштабных планов модернизации ФГИС «АРШИН». В рамках развития ФГИС «АРШИН» в 2020 г. выполняются мероприятия по совершенствованию модернизированного модуля «Поверки», направленные на обеспечение достоверности передачи сведений о результатах поверки средств измерений, необходимой для подтверждения результатов поверки средств измерений в соответствии с изменениями в Федеральном законе «Об обеспечении единства измерений», внесенных Федеральным законом от 27 декабря 2019 г. № 496-ФЗ. Также в 2020 г. выполняются работы по модернизации модуля «Типы СИ», в рамках которых ФГИС «АРШИН» во взаимодействии с системой электронного документооборота Росстандарта и автоматизированной системой «СИУ-портал Рос-

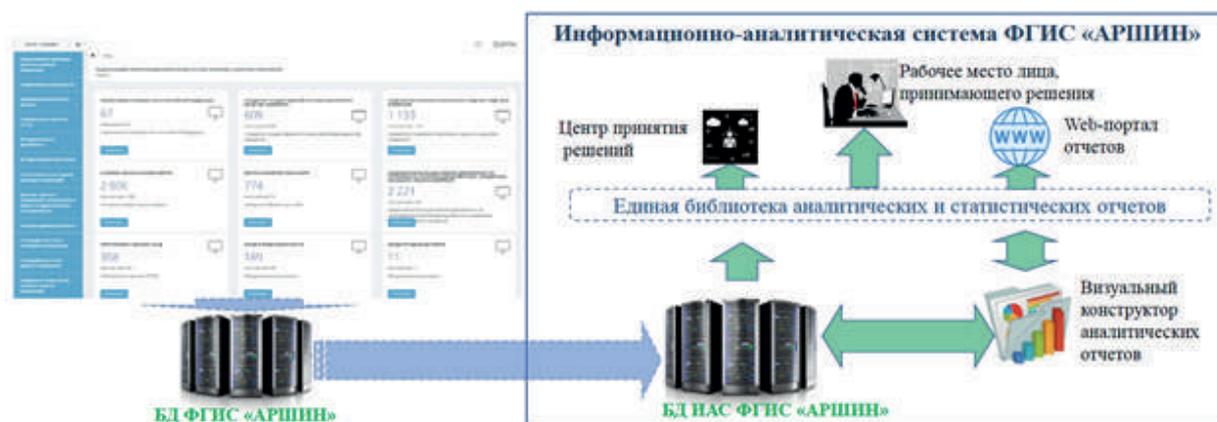


Рис. 2. Информационно-аналитическая система ФГИС «АРШИН»

стандарта» становится технической основой предоставления государственной услуги по утверждению типа средств измерений.

На 2021 г. запланирована модернизация модуля «Эталоны», направленная на обеспечение возможности ведения базы данных эталонов единиц величин непосредственно во ФГИС «АРШИН», с учетом реализации изменений в законодательстве в области обеспечения единства измерений, а также сопряжения и автоматизированного обмена данными с другими модулями ФГИС «АРШИН». Последней задачей модернизации модуля «Эталоны» по порядку, но не по значимости, является реализация возможности отслеживания прослеживаемости средств измерений к государственным первичным эталонам единиц величин.

На последующих этапах планируется модернизация остальных модулей ФГИС «АРШИН», направленная в первую очередь на новую программную платформу, обеспечивающую взаимосвязь всех модулей в рамках единой информационной системы, функционирующей на единых принципах.

Следует отметить, что выбранная идеология модернизации ФГИС «АРШИН» по отдельным модулям обусловлена взаимосвязанностью содержащихся в них данных. Последовательная модернизация влечет за собой необходимость доработки усовершенствованных ранее модулей после обновления следующего. При этом реализация единых подходов к модернизации и заложенный потенциал в ее модели позволяют минимизировать трудозатраты на данные доработки.

Еще одним направлением развития ФГИС «АРШИН» в условиях цифровой трансформации метрологии является создание инструмента обработки и анализа данных – информационно-аналитической системы ФГИС «АРШИН» (рис. 2).

Информационно-аналитическая система ФГИС «АРШИН» будет представлять собой комплекс аппаратно-программных средств и специализированного программного обеспечения, осуществляющего сбор и обогащение сведений, содержащихся в ФИФ, их обработку в целях решения следующих задач:

- мониторинг состояния средств измерений, применяемых в области неразрушающего контроля и технической диагностики, в том числе:
 - * оценку метрологической надежности средств измерений;
 - * выработку рекомендаций по доработке СИ;
 - * формирование перспективных измерительных задач;
- прогнозирование состояния средств измерений на основе сведений, содержащихся в ФИФ ОЕИ;
- оценка потенциальных угроз на основе мониторинга сведений ФГИС «АРШИН» о результатах деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в области обеспечения единства измерений, в том числе:
 - * одновременного применения разными юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями

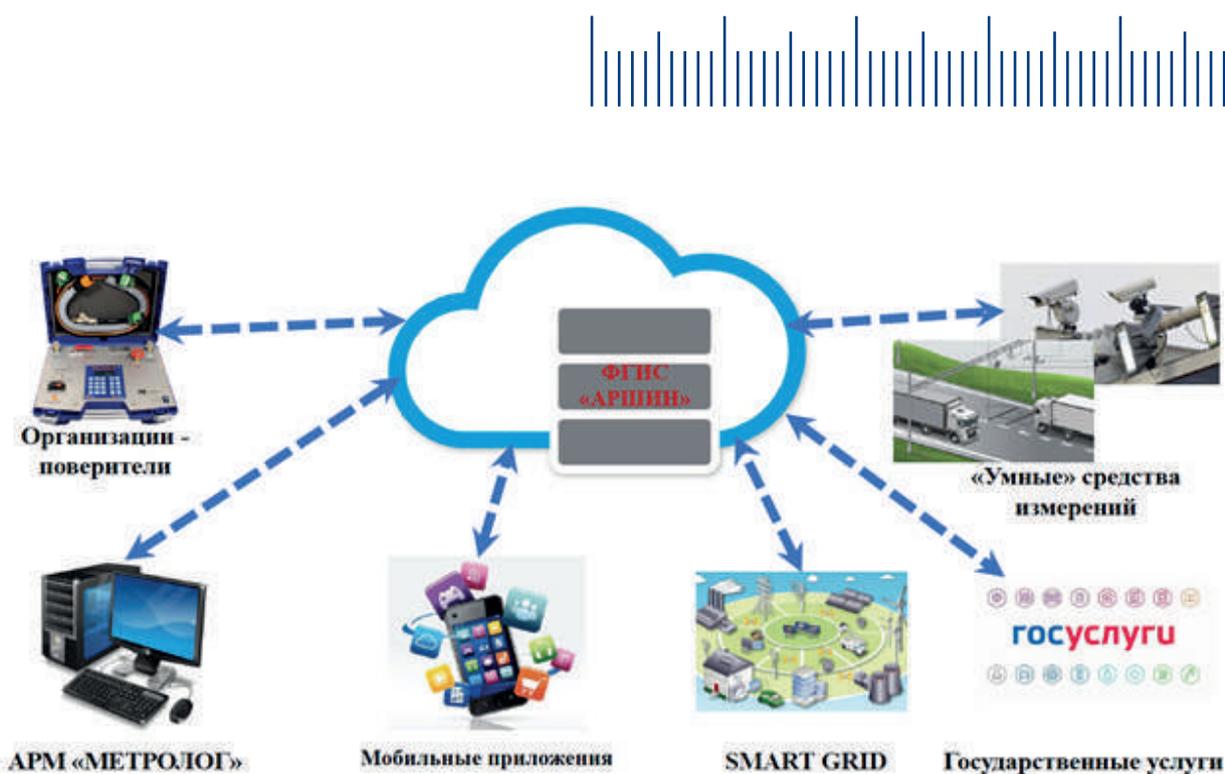


Рис. 3. Перспективы «Метрологического облака»

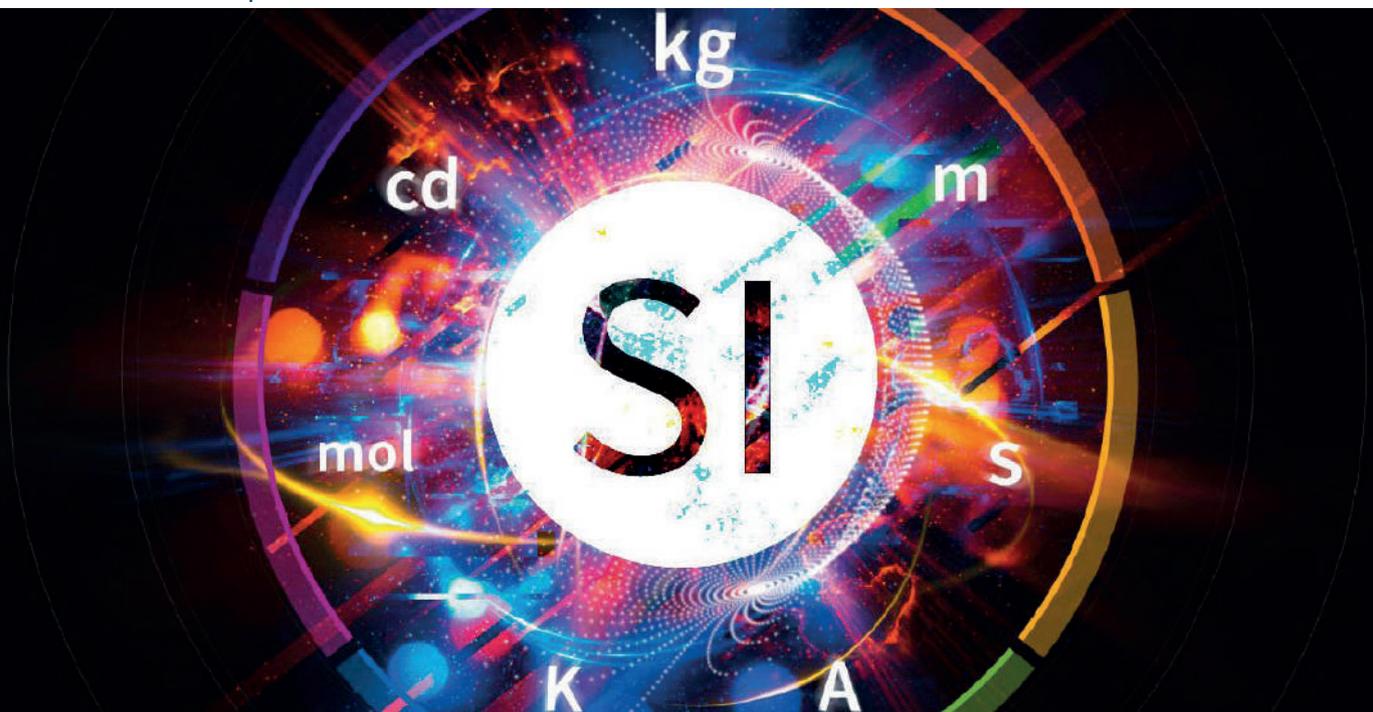
- для поверки средств измерений одного эталона единиц величин;
- * превышения производительности эталонов;
- * превышения интервала между поверками временного промежутка между двумя смежными поверками одного и того же средства измерений;
- * превышения фактического объема выполнения поверок средств измерений организацией от возможного;
- * проверки законности выполнения поверок;
- * одновременного применения юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями одного эталона в разных регионах;
- информационное обеспечение надзорной деятельности.

Безусловно, создание информационно-аналитической системы не представляется возможным без реализации еще одного направления развития ФГИС «АРШИН» – интеграции с федеральными государственными информационными системами других федеральных органов исполнительной власти, таких как ФГИС Росаккредитации, ГИС ЖКХ и др. Интеграция с другими ФГИС необходима как для обмена данными в интере-

сах организации деятельности федеральных органов исполнительной власти, так и для обогащения сведений в интересах решения задач информационно-аналитической системы ФГИС «АРШИН». При этом возможности информационно-аналитической системы позволят ФГИС «АРШИН» стать прочной основой для создания «Метрологического облака», обеспечивающего предоставление различных сервисов как в интересах федеральных органов исполнительной власти, так и потребителей метрологических услуг и организаций, предоставляющих такие услуги (рис. 3).

Проанализировав перспективы развития ФГИС «АРШИН», являющейся, с одной стороны, информационной системой Росстандарта, а с другой – основой и драйвером цифровой трансформации обеспечения единства измерений, можно сделать вывод о том, что ФГУП «ВНИИМС», реализующее эти направления, в свой 120-летний юбилей становится центром компетенции и флагманом Росстандарта в области цифровой трансформации обеспечения единства измерений. 

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ СИ В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ



Ф.В. Булыгин,
д-р техн. наук, первый
заместитель директора по науке
ФГБУ «ВНИИМС», Москва,
fbulygin@vniims.ru

А.А. Сатановский,
канд. техн. наук, заместитель
директора по управлению качеством
ФГБУ «ВНИИМС», Москва,
a.satanovsky@vniims.ru

Набирающая обороты в мире цифровая трансформация отраслей экономики является сейчас основным драйвером развития производительных сил. Наука об измерениях, метрология, не может оставаться в стороне от этого процесса, поскольку без точных и достоверных измерений никакое технологическое развитие невозможно. Одним из ведущих метрологических институтов мира, активно работающих в области цифровой трансформации метрологии, является Федеральный физико-технический институт Германии, известный в России под аббревиатурой ПТБ [1]. Как одну из знаковых целей данной деятельности ПТБ провозгласил преобразование международной системы единиц СИ в «цифровой» формат. В связи с тем, что данное направление представляется новым и малоизвестным читателям журнала, авторы предприняли попытку разобраться в данном вопросе, рассмотрев доступные источники и обобщив данные, полученные в рамках обмена информацией с зарубежными и отечественными специалистами.

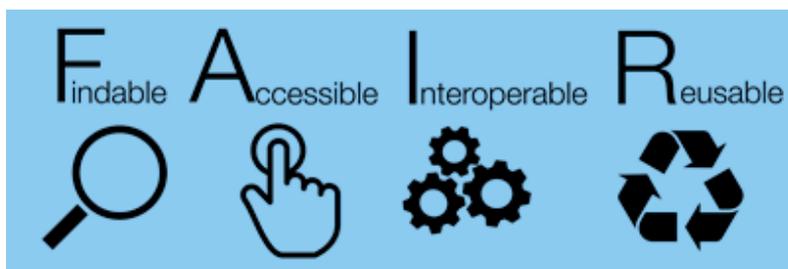


Рис. 1. Схематическое изображение понятия «ФАЙР данные»

Одним из первых выступлений, в котором была высказана идея преобразования системы единиц СИ в «цифровой» формат, был доклад Президента ПТБ **Иоахима Ульриха** на конференции «Инфраструктура ФЭЙР данных для материалов геномики» (FAIR Data Infrastructure for Materials Genomics), состоявшейся в дистанционном режиме 3-5 июня 2020 г. [2].

Слово fair в переводе с английского означает справедливый, честный, добросовестный, а значение аббревиатуры FAIR представлено на рис. 1. ФЭЙР данные – это данные, которые соответствуют принципам обнаружимости, доступности, многофункциональной применимости и совместимости, а также обновляемости.

Понятие «ФЭЙР данные» (FAIR Data) появилось в связи со значительным возрастанием в последние годы объемов научных, экспериментальных, технических и других данных, которыми оперируют современная наука, индустрия и экономика. Для практического использования больших объемов разнородных данных возникла необходимость оценки их достоверности и надежности, а также создания механизмов получения, обработки и обмена такими данными.

Измерительная информация, содержащая количественные данные о широчайшем круге объектов и процессов, несомненно требует в полной мере соответствия принципам «ФЭЙР». И в этом контексте разработка подходов к цифровой трансформации базиса всех измерений, системе единиц СИ, представляется весьма актуальной.

Доклад Президента ПТБ назывался «На пути к готовой к искусственному интеллек-

ту международной системе единиц: формат метаданных, тезаурус и онтология».

Поясним термины, содержащиеся в названии.

«Метаданные» – это информация о самих данных. Например, книги, стоящие на полках в библиотеке, содержат данные, а записи на карточках в каталоге, содержат метаданные, то есть информацию о том, на какой полке находится книга, о ее содержании и других характеристиках, которые определяют форматом метаданных.

Тезаурус, в общем смысле, это специальная терминология, словарь, собрание сведений, включающих понятия, определения и термины специальной области знаний или определенной сферы деятельности.

Онтология в данном контексте понимается как общее описание смыслового пространства, конкретизации смысла многозначных терминов, взаимных логических причинно-следственных связей между оперируемыми объектами.

Почему такое внимание уделяется международной системе единиц или системе СИ? Важность и значимость системы СИ обусловлена тем, что благодаря ее внедрению в мировую экономику было достигнуто глобальное единство измерений. После подписания Метрической Конвенции в 1875 г., через организацию Метрической Конвенции и Международное бюро мер и весов (МБМВ) метрическая система, а начиная с 1960 г. и система СИ, были приняты практически всеми странами мира со сколько-нибудь развитой экономикой. Сейчас действительными и ассоциированными членами Метрической Конвенции являются 102 государства, которые производят 98 % мирового валового продукта. Производ-



Рис. 2. Набор физических констант, с помощью которых воспроизводятся семь основных единиц новой СИ

ство большинства видов промышленной продукции на Земле и описание ее параметров осуществляется с использованием единиц СИ.

В 2018 г. система СИ была радикально обновлена. До этого единицы СИ устанавливались с помощью мер, представлявших собой некие физические объекты, артефакты. Эти артефакты могли использоваться самостоятельно, либо входить в состав эталонов, которые воспроизводили или передавали единицу СИ. С помощью этих эталонов определялись значения физических констант, характеризующих соотношения между различными физическими явлениями и взаимодействиями, например, постоянная Больцмана. Значения констант определялись с какой-то точностью, то есть с каким-то количеством знаков после запятой, а дальше устанавливалась неопределенность.

Развитие науки и техники позволило создать новое поколение эталонов, которые могут с высокой точностью воспроизвести основные единицы СИ на основе значений физических констант. Это дало возможность отбросить неопределенность и дополнить значения констант после значащих цифр бесконечным количеством нулей. Это означает фиксацию их точных значений.

Теперь физические константы, приведенные на рис. 2, являются основой систе-

мы единиц СИ, которые воспроизводятся с помощью эталонов нового поколения. В качестве примера на рис. 2 приведено определение значения секунды через частоту перехода между энергетическими уровнями атома цезия.

Такой подход был предложен в начале XX века одним из основателей квантовой теории **Максом Планком**. Макс Планк высказал идею, что квантовая природа нашей вселенной дает надежную основу для определения размеров единиц. Практически идеи Планка нашли воплощение 16 ноября 2018 г., когда новая система СИ была принята на 26 Генеральной Конференции по мерам и весам. 20 мая 2019 г., во Всемирный день метрологии, она была введена в действие.

Каким же должен стать следующий шаг по дальнейшему развитию системы СИ?

Начавшаяся несколько лет назад в промышленно развитых странах цифровая трансформация отраслей экономики характеризуется как переход к 6-му технологическому укладу [3]. Ключевым фактором данного уклада является информация, среди которой особую роль играют измерительные данные. Предполагается, что оперировать этими данными будут различные автоматические системы, управляемые искусственным интеллектом разного уровня развития. Для этого необходимо научить



машины понимать и правильно обрабатывать измерительную информацию. Это значит, что система СИ, как основа для получения измерительных данных, сама должна стать понятной машинами и оперируемой машинами (искусственным интеллектом).

Предполагается, что при разработке концепции системы СИ для 6-го технологического уклада (цифровой СИ), следует исходить из следующих предпосылок:

- метрологические институты, держатели эталонов, обеспечивают передачу единиц СИ в промышленность с требуемой точностью и достоверностью путем калибровок и поверок применяемого оборудования;
- надежная передача единиц СИ должна обеспечиваться в ситуации, когда большинство промышленных технологий станут цифровыми, автоматизированными, управляемыми системами с искусственным интеллектом;
- к моменту широкого внедрения искусственного интеллекта в промышленности должны быть созданы условия, когда обмен измерительными данными типа человек–человек, человек–машина и машина–машина происходили бы в одинаковом контексте.

Исходя из представленных предпосылок, можно сформулировать простую идею – нужно научить машины понимать систему СИ.

Ожидается, что машины будут самостоятельно обмениваться измерительной информацией, формировать массивы больших данных, в результате их обработки получать прогнозы, осуществлять виртуальное проектирование, реализовывать «сквозные» технологии. При этом они должны делать это в рамках действующего законодательства, стандартов, нормативно-технических документов. Для этого указанные документы должны стать не только машиночитаемыми, но и **машинопонимаемыми**, то есть такими, содержание которых может восприниматься, обрабатываться и передаваться с помощью компьютерных систем.

Базовыми метрологическими документами, составляющими основу системы СИ, являются Брошюра СИ [4], ВИМ

(VIM) [5] и ГУМ (GUM) [6]. Две последних аббревиатуры обозначают Международный словарь по метрологии (Vocabulaire International de Metrologie) и Руководство по выражению неопределенности измерений (Guide to the expression of Uncertainty in measurements). Предполагается, что если научить машины понимать термины, используемые в этих документах, их взаимосвязь, а также «прибавить» к этому прослеживаемость к единицам СИ, то это и будет составлять основную суть трансформации системы СИ в цифровой формат.

Несмотря на кажущуюся простоту, реализация данной концепции является сложнейшей задачей, решение которой, однако, даст огромные преимущества.

Цифровая обработка и передача измерительных данных будут обеспечивать их целостность и идентичность. В данном контексте это означает, что все элементы измерительного и производственного процесса будут интегрированы в единую информационную среду, исключаящую потери и искажения данных при переходе от одного этапа к другому. Это будет достигаться за счет использования единых цифровых интерфейсов обмена данными, что также позволит реализовать принцип интероперабельности данных. Одновременно будет обеспечиваться и конфиденциальность, поскольку цифровые технологии позволяют создать высокий уровень шифрования и защищенности.

Для того, чтобы обеспечить соответствие принципам обнаружимости и доступности данных, наиболее удобным и эффективным представляется их размещение в общем внешнем хранилище – «метрологическом облаке». В настоящее время ПТБ участвует в проекте по созданию европейского метрологического облака в рамках проекта GAIA X, который ведется под эгидой Министерства экономики и технологий Германии. Идеология международного единства измерений предполагает, что такой проект изначально должен выходить за национальные границы и быть международным.

Примерная структура метрологического облака представлена на *рис. 3*. Облако



Рис. 3. Предполагаемая структура европейского метрологического облака

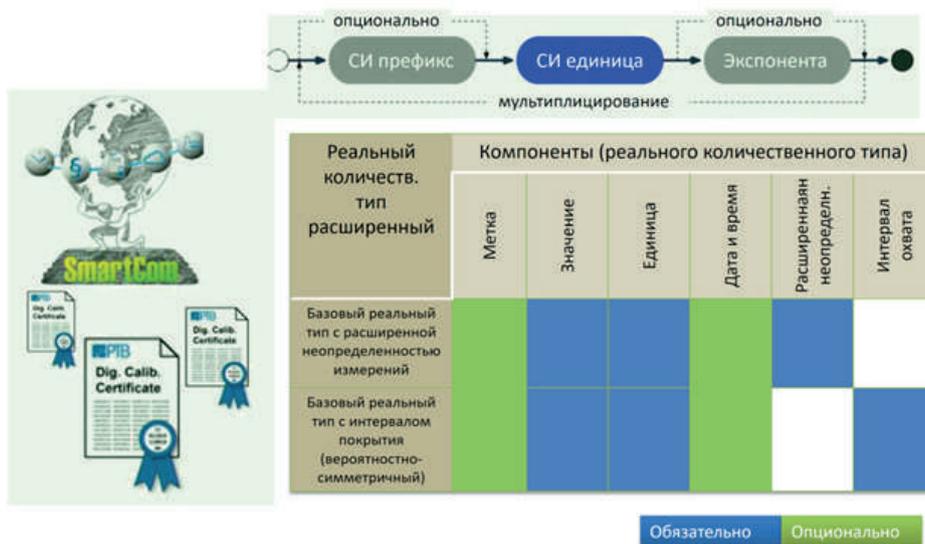


Рис. 4. Формат метаданных для представления физической величины, например, результата измерений

содержит общие данные, умные сервисы и соответствующее администрирование.

Следует отметить, что в Российской Федерации уже создан и успешно функционирует прообраз метрологического облака, которым является ФГИС «Аршин», содержащий информацию Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Реализованы воз-

можности подключения к нему большого числа пользователей, которые не только могут получать информацию из облака, но и вносить ее туда [7].

В рамках разработки инструментария для обмена данными между подсистемами цифровой системы СИ предложен формат метаданных для описания физической величины (рис. 4). Данный формат представ-

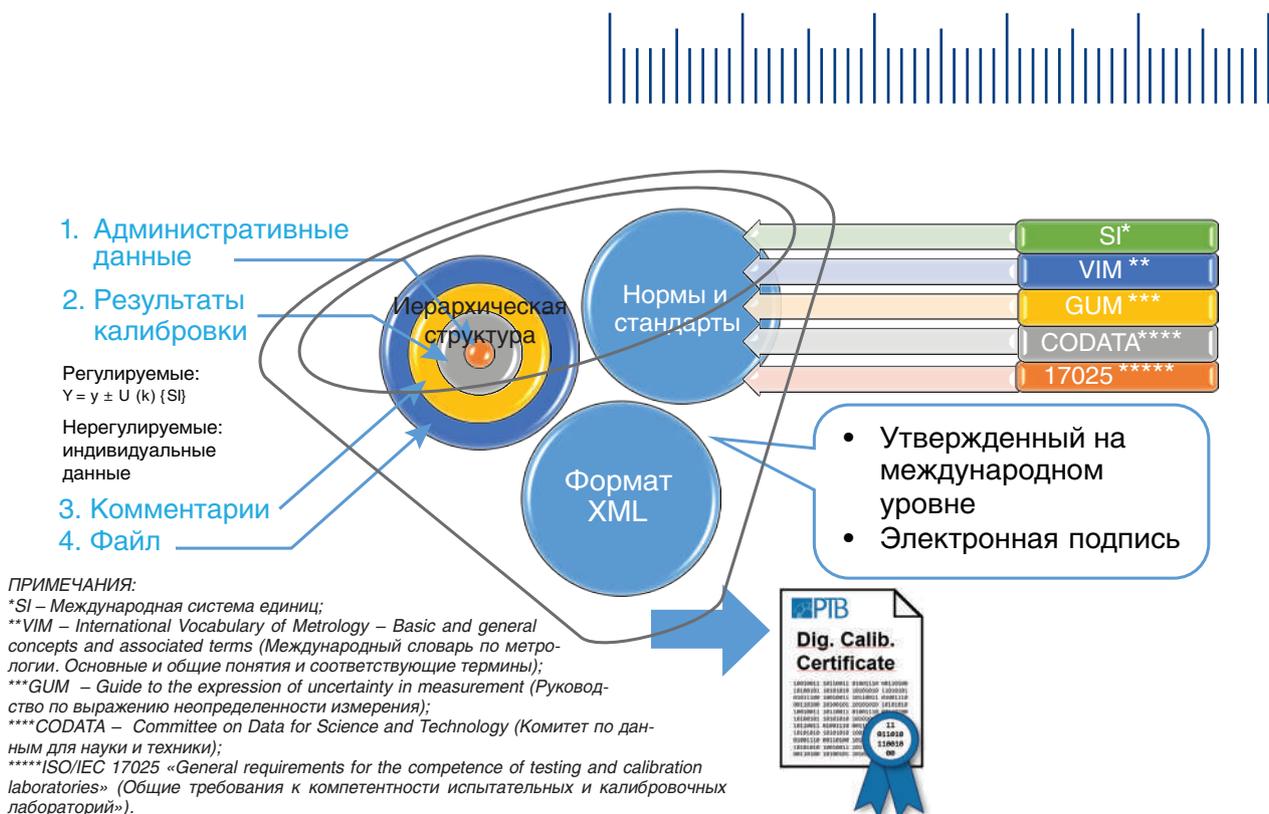


Рис. 5. Структура цифрового сертификата калибровки

ляет собой набор определенных полей, совокупность которых позволяет дать исчерпывающее описание физической величины, например, результата измерений. Синим цветом на рис. 4 отмечены обязательные поля, зеленым – опциональные.

Важным инструментом, обеспечивающим прослеживаемость измерительных данных к единицам СИ, является реализация интегрированного в цифровую СИ функционала калибровки [8]. Представление формата метаданных калибровки, содержащего в цифровом виде как сами результаты калибровки, так и описание прослеживаемости, приведено на рис. 5.

Цифровой сертификат калибровки (далее – ЦСК) состоит из 4 частей: административные данные (регламентированная часть), результаты измерений (частично регламентированная часть), комментарии (не регламентируемая часть), файл (дополнительная часть).

Раздел административных данных содержит наиболее важную информацию. Все поля данных являются строго регламентированными. Аналогичная информация располагается на первой странице традиционного нецифрового сертификата калибровки. Эти данные служат для четкой идентифика-

ции калибровочной лаборатории, объекта калибровки и заказчика услуги.

Представление результатов измерений является одной из самых сложных задач, решаемых в форме ЦСК. Причина заключается в их разнообразии. Строго регламентируется то, что результаты измерений должны быть представлены только на основе СИ в виде скаляра, вектора, матрицы или тензора. Единицы, которые находятся вне системы СИ, также могут быть отображены (например, морская миля, миллиметры ртутного столба, градус Эксле).

Раздел комментариев содержит сугубо индивидуальную информацию о процессе измерения, которая представляет собой детализированные данные о результатах измерения.

В файле может содержаться информация о дополнительной версии сертификата калибровки, хранящаяся в формате PDF, которая является результатом сканирования бумажного аналога сертификата. Таким образом, пользователи ЦСК могут видеть изображение своего обычного сертификата калибровки до его оцифровки. Используя схему кодирования Base64, PDF может быть сохранен в XML формате вместе с упомянутым выше набором информации.



Рис. 6. Усиление семантических связей при переходе к машиночитаемому формату данных

Ключевой задачей по созданию цифровой системы СИ является разработка языка, понимаемого машинами. Для этого должно быть разработано семантическое пространство – описание смыслового значения единиц языка, понятное машинам. Чтобы проиллюстрировать насколько это важно, можно привести пример общения метрологов, работающих в разных областях экономики, когда наиболее часто приходится сталкиваться с семантическими несоответствиями. Авторам доводилось наблюдать, когда специалисты метрологических институтов общались со специалистами-метрологами из медицинских учреждений. У них имелось настолько разное понимание понятия «сферы государственного регулирования» и связанных с ним причинно-следственных связей, что конструктивное взаимодействие между ними становилось практически невозможным.

Представление семантического пространства приведено на рис. 6.

Разработанное метрологическое семантическое пространство дает возможность приступить к созданию специфического «метрологического» языка для машин. Современные языки программи-

рования обеспечивают взаимодействие человек–компьютер и компьютер–компьютер в области математических вычислений, управления исполнительными механизмами в ходе различных производственных процессов. Предстоит создать язык, обеспечивающий понимание машинами значений метрологических терминов и операций. Например, если машине транслируют термин «сфера государственного регулирования», у нее должно возникать его правильное «понимание», очерчивание причинно-следственных связей и возможных операций.

С учетом описанных выше принципов и подходов может быть смоделирована возможная структура цифровой системы СИ. Эта структура изображена на рис. 7.

Основу СИ, ее ядро, представляют определения единиц СИ, приведенные в Брошюре СИ. Имея легальный статус, обеспечиваемый МКМВ, они преобразуются в цифровой вид в рамках общепринятого формата метаданных и на основе принципов ФЭИР через процедуры, задаваемые цифровыми ВИМ и ГУМ, разворачиваются в широком общественном контексте, приспособленные для выполнения автоматических прослеживаемых к СИ



Рис. 7. Схематическое представление горизонтальной и вертикальной структуры цифровой системы СИ

измерений, выполняемых машинами, результаты которых передаются в цифровом виде и применяются широким кругом пользователей, как людей, так и машин. При этом само ядро и каждая из его оболочек имеют горизонтальные слои. В верхний слой входят инструменты, обеспечивающие проведение измерений и их прослеживаемость к единицам СИ. Средний слой составляют службы, обеспечивающее доведение измерительных услуг до широкого круга пользователей. Нижний слой – это цифровые прослеживаемые ФЭИР данные, которые фактически являются основным продуктом цифровой СИ.

В настоящее время деятельность по разработке цифровой СИ уже начата и ведется в сфере международного метрологического сотрудничества, взаимодействия метрологов разных стран, в национальных метрологических системах.

Наибольшее развитие на национальном уровне данные работы получили в Германии. Финансирование осуществляется Национальным фондом научных исследований в объеме около 90 млн евро в год. Работы ведутся в рамках 30 консорциумов, в которые входят передовые высокотехнологичные германские предприятия и научные институты. ПТБ является одним из лидеров этого направления и возглавляет несколько консорциумов.

В международной сфере центром компетенции является Международный комитет по мерам и весам (МКМВ) и Международное бюро мер и весов (МБМВ). Одним из руководителей этого процесса в МКМВ является **И. Ульрих**, который является вице-президентом МКМВ, президентом консультативного комитета по единицам, и руководителем рабочей и экспертной группы по развитию цифровой СИ. Деятельность этих групп включает в себя широкое обсуждение проблемных вопросов и возможных путей развития цифровизации системы СИ, установление максимально широкого круга всех заинтересованных сторон, стейкхолдеров, и их вовлечение в процессы разработки. Среди рассматриваемых вопросов:

- возможность включения разрабатываемых подходов в процедуры глобальной инфраструктуры качества;
- установление приоритетов для разработки стандартов метаданных, услуг и инструментов цифровой СИ;
- изучение практики использования внедренных цифровых инструментов для выработки требований и опорных базисов.

При этом при рассмотрении различных предлагаемых подходов и процедур неизменно сохраняется приверженность принципам ФЭИР.

Планируется, что к началу 27 Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ), которая должна пройти в ноябре 2022 г., рабочая и экспертная группы разработают проект резолюции, который будет одобрен Генеральной конференцией. Для того, чтобы проект резолюции был поддержан международной метрологической общественностью (руководство делегаций стран-членов Метрической Конвенции) планируется проведение нескольких международных симпозиумов и конференций, на которых будет продемонстрирована правильность выбранного направления.

Принципы Метрической Конвенции, внедрявшиеся через связи между метрологическими институтами и стейкхолдерами, были сильным драйвером развития глобальной инфраструктуры качества и единства измерений в течении 145 лет. Сейчас, в XXI веке, когда основные цели глобального единства почти достигнуты, новым драйвером развития должна стать цифровая трансформация системы СИ.

Литература

1. Айхштедт С., Кохзик М. Метрология для цифровизации экономики и общества // Законодательная и прикладная метрология, 2017, № 6, с. 13-21.

2. Joachim Ullrich (CIPM), The International System of Units (SI) in FAIR digital data // The International System of Units (SI) in FAIR digital data. On-line Workshop – 22nd to 26th February 2021 (<https://www.bipm.org/en/bipm-workshops/digital-si>).

3. Чирков А.П., Чирков А.А. Экономика и метрология в рамках технологических укладов. Ч. 7. Шестой технологический уклад (этап зарождения) (2005-2030 годы) // Законодательная и прикладная метрология, 2020, №4, с. 44-48.

4. SI Brochure: The International System of Units (SI), 9th edition (<https://www.bipm.org>).

5. JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM), 3rd edition (<https://www.bipm.org>).

6. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM) (<https://www.bipm.org>).

7. Яшин А.В. К вопросу цифровой трансформации системы обеспечения единства измерений // Законодательная и прикладная метрология, 2021, № 1, с. 5–8.

8. Хаккель З., Хертиг Ф., Хорниг Ю., Виденхёфер Т. Цифровой сертификат калибровки: пер. с англ. А.Н. Паньков, В.С. Салин // Главный метролог, 2019, № 2, с. 44-51. 



ЦИФРОВАЯ МЕТРОЛОГИЯ: ОСОБЕННОСТИ И ТЕРМИНОЛОГИЯ



Д.Е. Миронов,
директор ФБУ «Нижегородский
ЦСМ», г. Нижний Новгород,
mironov@nncsm.ru

П.А. Горбачев,
канд. техн. наук, советник директора
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»,
г. Нижний Новгород,
gorbachev@nncsm.ru

В настоящее время цифровой трансформации подвергаются все составляющие государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ): научная, правовая, организационная, нормативно-методическая и техническая [1]. Мы видим, как быстро внедряются современные цифровые технологии в метрологическую деятельность. Изменения в Федеральном законе 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», вступившие в силу с 24.09.2020 г., установили приоритет цифровой регистрации результатов поверки и утверждения типов средств измерений [2]. Меняется организационная структура Росстандарта, что проявилось, например, в создании Управления цифрового развития технического регулирования [3]. Разрабатываются методики удаленных и автоматизированных измерений. Все более широко применяются цифровые средства измерений, причем речь идет не столько о выводе результатов измерений на цифровой индикатор, сколько об обработке измерительной информации при помощи специали-



зированной программного обеспечения. Цифровая обработка дает дополнительный функционал (представление результатов измерений в удобной для восприятия графической форме, возможность дистанционных измерений, управления средствами измерений при помощи персонального компьютера, самодиагностика, самокалибровка, расчет неопределенности результатов измерений, статистический анализ данных). Развитое программное обеспечение позволяет создавать сложные «виртуальные приборы», перенося задачу обработки измерительной информации с «железной» части на софт.

В научной составляющей ГСИ также происходят изменения. Произошедшее переопределение основных единиц величин на основе использования фундаментальных физических констант ставит перед научными метрологическими институтами задачу по разработке государственных первичных эталонов на базе новых принципов воспроизведения единиц величин. Создаются и внедряются в деятельность метрологических служб предприятий эталоны на основе квантовых эффектов [4]. В число задач, решаемых научной подсистемой ГСИ, входит установление основных понятий метрологии, систематизация соответствующих им терминов и определений. В настоящее время широко используются такие термины, как «цифровая метрология», «метрологический аутсорсинг», «единое окно», в то время как в РМГ 29-2013 указанные термины и определения отсутствуют [5]. Целью данной статьи является выработка предложений по формулировке понятий и единообразной трактовке терминов, появившихся относительно недавно и связанных с использованием современных технологий при оказании услуг в области обеспечения единства измерений.

Цифровая метрология

Та метрология, которая была 10 лет назад (условно назовем ее «аналоговой») существенно отличается от современной. В «аналоговой» метрологии информация о соответствии характеристик средств измерений установленным требованиям доступна только в момент проведения поверки, например, один раз в год, один раз в два года и т.д. Информация о том, что происходит со средством измерений в рамках межповерочного интервала, отсутствует. Нестабильность метрологических характеристик, сбои в работе средств измерений сегодня, к сожалению, существуют и выявить эти сбои вовремя проблематично. Поверенное средство измерений юридически соответствует метрологическим требованиям до окончания действия результатов поверки (до окончания межповерочного интервала), а фактически может являться неисправным. При этом непонятно, в какой момент произошел отказ. Некорректная работа средств измерений приводит к экономическим потерям в самых разных отраслях:

- в ЖКХ – искажаются данные потребления ресурсов;
- в промышленности – сбои в работе вследствие скрытых нарушений эксплуатации оборудования приводят к браку выпускаемой продукции;
- в экологии – риск возникновения экологических катастроф вследствие не-

корректной работы средств измерений, контролирующих выброс загрязняющих веществ в атмосферу, водные ресурсы, землю.

Если неисправен эталон, то все соподчиненные измерения будут недостоверны и ущерб будет тиражироваться (распространяться) в геометрической прогрессии.

Современная «цифровая» метрология характерна большим объемом измерительной информации, использованием современных автоматизированных средств измерений, информационно-измерительных систем. Измерительная информация содержит результаты измерений показателей различных объектов и может быть доступна множеству пользователей. Результаты измерений сохраняются в цифровых базах данных («облачном хранилище») и могут быть использованы не только для определения количественного значения величин, но и для решения задач оперативной дистанционной диагностики и выявления проблем с измерениями. Создается основа для внедрения цифровых сертификатов калибровки. Одним из примеров внедрения цифровой метрологии можно считать пилотный проект ЦСМ Росстандарта в Нижегородской области «Аналитический программно-аппаратный комплекс мониторинга достоверности автоматических измерений». Здесь «цифровая» метрология решает одну из важнейших задач оперативной диагностики автоматиче-



Фото 1. Автоматический пункт весового и габаритного контроля (АПВГК)

ских пунктов весового и габаритного контроля (АПВГК) (см. фото 1) и выявления проблем с измерениями в режиме онлайн.

Реальные модели, используемые для анализа результатов измерений, зависят от многих меняющихся показателей, то есть должны быть адаптивными. Поскольку речь идет об обработке огромных массивов данных (BigData) по сложным алгоритмам, для решения указанных задач целесообразно использовать возможности искусственного интеллекта.

С учетом вышесказанного предлагается следующее определение: **цифровая метрология** – деятельность в области метрологии, основанная на использовании цифровых технологий.

Метрологический аутсорсинг

Аутсорсинг является искусственным термином, производным от английских слов «outside», «resource» и «using» и обозначает передачу услуг третьей стороне. Общее понятие аутсорсинг означает передачу организацией на основании договора определенных видов или функций производственной деятельности другой компании, действующей в нужной области. На аутсорсинг обычно передаются функции по професси-

ональной поддержке бесперебойной работы отдельных систем и инфраструктуры на основе длительного контракта, как правило не менее года. Понятию «аутсорсинг» близко понятие «подряд». Подряд можно рассматривать как частный случай аутсорсинга при выполнении работ не на длительной непрерывной основе, а в рамках выполнения какого-либо заказа.

Определения аутсорсинга даны в нормативных документах [6], [7].

ГОСТ Р 56781-2015 «Бенчмаркинг служб аутсорсинга и провайдеров услуг аутсорсинга» дает следующие определения:

- **Аутсорсинг бизнес-процессов** – аутсорсинг полного бизнес-процесса или его частей при необходимости с использованием инфраструктуры, необходимой для обеспечения процесса, выполняемого внешним провайдером услуг аутсорсинга.
- **Аутсорсинг** – передача услуг или функций от одной организации внешним провайдером.
- **Заказчик аутсорсинга** – организация, которая намерена получить выполнение функций, которые ранее выполнялись ею самостоятельно, другой организации.



ГОСТ 12.0.002-2014 «ССБТ. Термины и определения» дает определение аутсорсинга с учетом возможных рисков:

Аутсорсинг – передача работодателем выполнения работ сторонним организациям (подрядчикам), позволяющая тем самым передать им профессиональные риски при выполнении данных работ.

Использование аутсорсинга дает возможность предприятию сократить собственные расходы на выполнение вспомогательных работ, например, уборку и ремонт своих помещений, сервисное обслуживание оборудования, бухгалтерский учет и т.д. При этом уменьшаются накладные расходы, затраты на приобретение неосновных фондов, возможно, сокращение штата сотрудников. Вместе с тем существуют определенные ограничения на использование аутсорсинга как механизма оптимизации затрат. К ним можно отнести снижение оперативности управления или полную утрату контроля предприятия над процессами, переданными на аутсорсинг, недостаточный спектр аутсорсинговых услуг, оказываемых предприятиями региона, отсутствие сведений о компетентности предприятий, предоставляющих услуги аутсорсинга. Также на аутсорсинг нецелесообразно выносить процессы, тесно связанные с основной деятельностью предприятия и существенно влияющие на качество продукции и услуг.

Термин «метрологический аутсорсинг», который часто используется в последнее время, имеет неоднозначную трактовку. Ряд организаций, предлагающих услугу метрологического аутсорсинга, понимают под этим:

- проведение метрологического обследования;
- анализ состояния метрологического обеспечения;
- составление перечней средств измерений, графиков поверки (калибровки);
- консультативную и методическую помощь по вопросам метрологического обеспечения производства заказчика, соблюдения метрологических правил и норм.

Такой перечень услуг скорее можно назвать методической помощью и разработкой рекомендаций по улучшению метрологической деятельности, поскольку на

аутсорсинг выносится не весь процесс метрологического обеспечения производства, а только его часть.

Относительно недавно на рынке метрологического аутсорсинга появились более «продвинутые» предприятия, которые предлагают организацию поверки (калибровки, технического обслуживания, предповерочной подготовки, ремонта) всего парка средств измерений, находящихся в эксплуатации на предприятиях. При этом аутсорсинговая компания принимает на себя обязательства по выбору организаций и заключение договоров с организациями, предоставляющими услуги по поверке (калибровке, техническому обслуживанию, предповерочной подготовке, ремонту) средств измерений, по доставке средств измерений в поверку и обратно, контроль и информирование Заказчика о статусе готовности средств измерений [8]. Такие услуги уже с полным основанием можно назвать метрологическим аутсорсингом (см. фото 2).

Следующий по сложности уровень метрологического аутсорсинга связан с передачей на аутсорсинг процесса метрологического обеспечения производства достаточно крупных промышленных предприятий, которые имеют собственные метрологические службы и аккредитованы в национальной системе аккредитации на выполнение работ в области обеспечения единства измерений (поверка, аттестация методик, метрологическая экспертиза). При этом техническое задание предусматривает участие в выполнении работ по метрологическому обеспечению работников метрологической службы самого предприятия – заказчика. В этом случае аутсорсинговой компании (если она сама имеет аккредитацию на выполнение работ в области обеспечения единства измерений) нужно решить следующие основные проблемы:

- внедрение своей системы менеджмента качества на предприятии-заказчике;
- оформление нового места осуществления деятельности в Федеральной службе по аккредитации;
- разграничение ответственности за возможные несоответствия при выполнении работ, переданных на аутсорсинг.



Фото 2. Оборудование, переданное на метрологический аутсорсинг

При этом аутсорсинговой компании нужно понимать риски, связанные с приостановлением действия аккредитации [9], а именно:

- несоблюдение установленных требований к помещениям, оборудованию, техническим средствам и иным материальным ресурсам;
- несоблюдение требований нормативных правовых актов, документов в области стандартизации, правил и методов исследований (испытаний) и измерений, методик (методов) измерений и иных документов, устанавливающих требования к работам (услугам);
- несоблюдение требований системы управления документацией (правил документооборота);
- отсутствие подтверждений внедрения, или соблюдения отдельных элементов системы менеджмента качества по месту (местам) осуществления деятельности.

При заключении договора аутсорсинга в связи с высокой тяжестью последствий вероятных рисков событий необходимо четко прописать вопросы ответственности за возможные несоответствия.

С учетом вышесказанного предлагается следующее определение: **метрологический аутсорсинг** – передача на долгосрочной основе процесса метрологического обеспече-

ния производства и связанных с ним рисков сторонней организации, специализирующейся в данной области.

Единое окно

Единое окно – это термин, обозначающий технологию предоставления услуг, которая характеризуется тем, что оказание любых услуг концентрируется в одном месте, начиная от подачи заявления и заканчивая выдачей результатов.

Единое окно в поверочной деятельности ранее понималось как возможность сдачи средств измерений в поверку одному приемщику, а не нескольким, территориально расположенным в различных местах. Развитие конкуренции на рынке метрологических услуг стимулирует появление новых дополнительных сервисов для заказчиков. Так, например, ФБУ «Нижегородский ЦСМ» в рамках услуги «единое окно» (см. фото 3) обеспечивает поверку средств измерений заказчиков даже при отсутствии в области аккредитации поверяемого СИ [10]. В этом случае работа передается по субподряду той организации, которая имеет возможность выполнить поверку данного СИ. При этом заказчик избавлен от необходимости искать исполнителя и заключать с ним договор на поверку СИ – организацию процесса по поиску подходящего субподрядчика и заключения с ним договора берет



Фото 3. «Единое окно» в ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

на себя ЦСМ. Особенностью такого подхода является необходимость контроля субподрядчиков по качеству и срокам выполнения работ.

Другой пример организации метрологических работ по принципу единого окна – проект «Кто поверит» [11]. Применение информационных технологий позволило перевести в цифровой формат оказание метрологических и сопутствующих услуг. Один раз заполнив заявку на оказание услуг через личный кабинет, заказчик получает:

- возможность выбора оптимального исполнителя в режиме онлайн;
- автоматизированный документооборот при выполнении услуги;
- автоматическое формирование графика поверки и полное методическое сопровождение.

Метрологическая услуга «единое окно» имеет широкие перспективы развития в плане дополнительных сервисных возможностей для заказчика.

С учетом вышесказанного предлагается следующее определение: *предоставление метрологических услуг по принципу «единое окно» – оказание заказчику комплексных услуг в области обеспечения единства измерений одним исполнителем с привлечением им субподрядчиков для выполнения договорных обязательств перед заказчиком.*

Литература

1. ГОСТ Р 8.000-2015. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.
2. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
3. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/>
4. Клушин А.М., Хоршев С.К., Максимов В.Ю. Многозначная мера напряжения на основе джоуфсоновских контактов, работающих при температуре жидкого азота // Главный метролог, 2017, №1, с. 18-22.
5. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.
6. ГОСТ Р 56781-2015. Бенчмаркинг служб аутсорсинга и провайдеров услуг аутсорсинга.
7. ГОСТ 12.0.002 – 2014. ССБТ. Термины и определения.
8. <http://csm-belgorod.ru/services/outsorsing/>
9. Приказ Минэкономразвития России от 28.01.2021 N 34 «Об утверждении Перечня несоответствий заявителя критериям аккредитации, которые при осуществлении аккредитации влекут за собой отказ в аккредитации, и Перечня несоответствий аккредитованного лица требованиям законодательства Российской Федерации к деятельности аккредитованных лиц, влекущих за собой приостановление действия аккредитации».
10. <https://www.nncsm.ru/dlya-klientov/usluga-%C2%ABedinoe-okno%C2%BB/>
11. <https://www.ktopoverit.ru/>. 

ОЦЕНКА УРОВНЯ РИСКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ



И.В. Лазарева,
лаборант ФГБУ «ВНИИМС»,
Москва, i.lazareva@vniims.ru

А.Н. Паньков,
канд. техн. наук, руководитель
испытательной лаборатории
программного обеспечения
ФГБУ «ВНИИМС», Москва,
apankov@vniims.ru

Рассмотрено несколько методов оценки уровня рисков программного обеспечения средств измерений. Сделан вывод о том, что унифицированного метода не существует, наиболее эффективно проводить оценку уровня рисков следует при совмещении разных подходов.



Сегодня измерительные приборы часто интегрируются в открытые сети и находят применение в сфере облачных вычислений в сети Интернет. Хорошо известно, что использование программного обеспечения (ПО) в средствах измерений (СИ) приводит к появлению рисков, которые связаны не только с внутренними свойствами самого ПО, но и с рисками внешнего воздействия на него. Современные СИ имеют выход в Интернет, и вместе с этим мы получили не только удобство и новые возможности их использования, но также столкнулись с проблемами, которых не было раньше, а именно с проблемами безопасности и защищенности СИ. Из-за этого все чаще ставятся вопросы о доверии к результатам измерений, полученным с применением такого СИ, о степени влияния ПО на метрологические характеристики СИ и об уровне его защищенности от внешних воздействий, которые могут привести к искажению измерительной информации.

Отсюда следует, что одной из основных задач работников метрологических служб в современных условиях является оценка и минимизация рисков, связанных с использованием ПО в СИ. В ее решении может помочь риск-ориентированный подход к оценке ПО СИ. Суть риск-ориентированного подхода заключается в снижении рисков: контроль в зонах повышенного риска растет, а в более безопасных зонах – снижается или отсутствует. Это позволяет вовремя принимать меры именно в тех областях, где это необходимо, а также значительно экономит ресурсы.

Оценка риска позволяет ответить на следующие вопросы:

- какие события могут произойти и в чем их причина (идентификация опасных событий)?
- каковы последствия этих событий?
- какова вероятность их возникновения?
- какие факторы могут сократить неблагоприятные последствия или уменьшить вероятность возникновения опасных ситуаций?

Кроме того, оценка риска помогает ответить на вопрос: является уровень риска приемлемым или требуется его дальнейшая обработка?

Применительно к защищенности ПО СИ риск-ориентированный подход к оценке

ПО будет заключаться в более тщательной проверке СИ, которые наиболее подвержены внешним воздействиям, а также в более легкой процедуре проверки для СИ, угроза безопасности ПО которых минимальна.

Следует отметить, что в отечественном законодательстве применение риск-ориентированного подхода при испытаниях ПО СИ до сих пор не рассматривалось, хотя необходимость в этом давно назрела. Ярким тому примером может служить новая версия международного документа OIML D 31 Edition 2008 (E) General requirements for software controlled measuring instruments. (Общие требования к программно-контролируемым средствам измерений), где в пятом разделе предписывается использовать риск-ориентированный подход при испытаниях измерительных приборов с программным управлением.

Теперь необходимо четко определить, какого рода оценка рисков требуется согласно нормативным документам.

В соответствии с OIML D31:2019 и рядом отечественных документов в области ПО СИ (ГОСТ Р 8.654-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений», ГОСТ Р 8.839-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к измерительным приборам с программным управлением», Р 50.2.077-2014 «Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения») формируется ряд существенных требований, которым должны отвечать все измерительные приборы с ПО. Поскольку наиболее важным является обеспечение свободной и справедливой торговли, а также защита потребителя, эти требования в основном направлены на защиту результатов измерений от случайных и преднамеренных манипуляций и на то, чтобы сделать прослеживаемыми как правильные результаты измерений, так и обнаруженные манипуляции.

В настоящее время не существует готовых к применению методов оценки риска ПО СИ. Но есть ряд стандартов и подходов к оценке рисков в информационных техноло-

гиях. В первую очередь, это стандарты серии ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000 «Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология», которые описывают этапы оценки риска. Кроме того, существует ряд альтернативных методов оценки уровня риска ПО, которые могут применяться при определенных условиях и большом количестве известных исходных данных. Рассмотрим их подробнее.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000

Наиболее важным является семейство стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000, которое охватывает все аспекты системы менеджмента информационной безопасности. Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010, риск – это совокупность последствий, которые вытекают из наступления нежелательного события, и вероятности наступления этого события. Таким образом, для расчета риска необходимы три различных компонента, а именно:

- список нежелательных событий;
- последствия, вытекающие из таких событий;
- вероятность возникновения отдельных событий.

Стандарт помещает оценку риска в логическую цепочку, включающую в себя идентификацию, оценку и обработку риска.

На этапе идентификации рисков в первую очередь должны быть обозначены активы – свойства ПО, которые подлежат защите. Например, активами могут являться данные измерений, метрологически значимая часть ПО, идентификатор ПО, метрологически значимые параметры, хранимые или передаваемые (целостность и подлинность).

Затем для каждого возможного актива собираются угрозы. В число распространенных угроз входят действия злоумышленника, такие как хакерские атаки, использование программ-шпионов, вредоносный код, а также угрозой могут быть неумышленные действия сотрудника.

Идентификация рисков завершается выявлением уязвимостей, то есть слабых мест

ПО, которые могут быть использованы для реализации определенных угроз.

Следующая часть стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 посвящена оценке рисков. Стандарт рассматривает как качественный, так и количественный подходы к оценке вероятности риска. Количественный подход предусматривает использование шкалы с числовыми значениями последствий и вероятностей, анализ данных из различных источников. Примеры возможных последствий включают в себя потерю конфиденциальности определенных активов, а также нарушение их целостности. На заключительном этапе оценивается вероятность, с которой реализуется угроза.

Конечными компонентами оценки риска в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 являются оценка уровня риска и обработка риска.

Стандарт охватывает все аспекты оценки рисков ПО в разных направлениях. Он учитывает изначальные условия использования ПО, риски, которые могут быть выявлены на стадии проверки предоставленной документации, а также оценку риска как качественный, так и количественный показатель. Таким образом, стандарт представляет собой один из действенных способов оценки рисков ПО.

Руководство WELMEC 5.3

Этот документ содержит рекомендации, относящиеся к таким СИ, которые попадают под действие Директивы европейского парламента и совета о средствах измерений (The Measuring Instruments Directive 2014/32/EU), но в первую очередь к СИ, оснащенным ПО. Он адресован как изготовителям СИ, так и организациям, ответственным за оценку их соответствия.

Рассматриваемая рекомендация устанавливает перечень критериев оценки, которые должны помочь органу по надзору за рынком определить приоритеты и сделать выбор стратегий для достижения своих целей.

Риск трактуется как вероятность того, что событие может произойти, и как оценка его воздействия. Обобщая документ, можно выделить некоторую последовательность



Вероятность	Очень вероятно	5					
	Вероятно	4					
	Возможно	3					
	Маловероятно	2					
	Почти невозможно	1					
			1	2	3	4	5
			Минимальное	Ограниченное	Умеренное	Возрастающее	Значительное
			Влияние				

Рисунок. Диаграмма рисков

действий при определении уровня риска согласно Руководству WELMEC 5.3:

1. Выбор области исследования (производство, тип СИ, группа СИ).
2. Выбор сферы влияния (экономические последствия, финансовые потери, здравоохранение, доверие потребителей) – юридический интерес.
3. Оценка воздействия несоблюдения требований для каждого юридического интереса по отношению к области исследования (5-балльная шкала).
4. Определение среднего. Суммируются все воздействия и определяется средний балл воздействия.
5. Оценка вероятности того, как часто нарушение будет иметь место (5-балльная шкала) на основе опросника.
6. Вычисление риска по матрице путем умножения общего воздействия на вероятность. Риск представляется в виде числа, которое затем можно отобразить на диаграмме рисков (см. рисунок).

Чтобы принять меры, уровень риска, в зависимости от балла, можно разделить на низкий и высокий. Это позволяет классифицировать продукты и принимать меры с учетом общего риска. Таким образом, WELMEC 5.3 содержит четкое правило, позволяющее в конечном итоге рассчитать риск, связанный с несоблюдением требований, но не предоставляет средств для расчета вероятностей отдельных угроз.

Метод А. ван Дерсена и Т. Кейперса «Оценка рисков программного обеспечения на основе исходного кода»

Данный метод был представлен в материалах Международной конференции Института инженеров электротехники и электроники (IEEE). В этой работе оценка рисков определяется как независимая оценка рисков, связанных с созданием, эксплуатацией или обслуживанием программной системы. Метод вычисляет риск на основе так называемых первичных и вторичных фактов, где первичные факты – это данные, полученные с помощью автоматического анализа исходного кода, а вторичные факты – с помощью пользовательских анкет. Первичные факты в основном необходимы для идентификации подсистем, которые показывают особенности, обычно не встречающиеся в программных системах. После того как первичные факты были использованы для проверки вторичных данных, можно вычислить конечный результат. Этот метод может быть легко адаптирован для использования в законодательной метрологии.

Однако исходный код обычно не является обязательной частью документации для оценки соответствия требованиям директивы 2014/32/EU, следовательно, данный метод может применяться только в том случае, если в документации имеется исходный код.

Подход Д. Фу и А. Муругантамта «Модель оценки рисков программного обеспечения»

Еще один метод объективной оценки и сравнения рисков, связанных с ПО, под названием «Модель оценки рисков программного обеспечения» был представлен С.В. Фу и А. Муругантамом на Международной

конференции IEEE по управлению инновациями и технологиями.

Здесь основным методом оценки является модель оценки рисков программного обеспечения, построенная на основе обширного опросника. Авторы отмечают, что продуктивность персонала, гибкость графика поставок и, самое главное, сложность ПО оказывают существенное влияние на оценку рисков.

В данном подходе специалист по оценке рисков должен иметь доступ к таким ресурсам, как исходный код и статистика ошибок, которые недоступны среднему оценщику. Метод может применяться только при соблюдении вышеуказанных условий, а, следовательно, не может называться универсальным и широко применимым.

Метод М. Садика, М.К.И. Рахмани, М.В. Ахмада и С. Юнга «Процесс оценки и обработки рисков программного обеспечения с использованием модельного подхода»

На Международной конференции IEEE по сетям и информационным технологиям М. Садик, М.К.И. Рахмани, М.В. Ахмад и С. Юнг предложили еще один метод оценки рисков ПО – «Оценка рисков программного обеспечения и процесс оценки с использованием модельного подхода». Авторы описали процесс оценки и обработки рисков ПО, основанный на модели оценки и обработки рисков ПО. Их подход направлен на выявление угроз успешности программного проекта, а не угроз готовому программному продукту.

По мнению авторов, мотивация использования стратегии оценки на основе модели двоякая:

- с помощью модели можно сформулировать точные описания целевой системы, ее контекста и особенностей безопасности. Это необходимые условия для проведения оценки рисков;
- технология моделирования способствует более точному документированию результатов оценки рисков и допущений, от которых зависит их достоверность.

Ожидается, что это позволит снизить затраты на техническое обслуживание за счет расширения возможностей повторно-

го использования документации. Подход к оценке состоит из двух этапов: определение контекста для анализа и определение самих рисков. Прежде чем приступить к анализу риска оценщику необходимо получить подробные сведения о цели анализа. Основанные на этих сведениях вопросы безопасности, связанные с ПО, должны обсуждаться со ссылкой на общие уязвимости или результаты инструментальных проверок уязвимостей.

Этот подход является более универсальным, чем предыдущий, так как не требует специальных данных, а основывается на общедоступной информации, которую можно получить путем исследования модели оценки рисков ПО.

Выводы

Обобщая вышесказанное, можно прийти к выводу о том, что некоторые из рассмотренных методов оценки риска ПО узконаправленны и применимы только в своих областях. Это метод Д. Фу и А. Муруганантама «Модель оценки рисков программного обеспечения». Для применения других подходов требуется дополнительная информация, например, в виде исходного кода для метода А. ван Дерсена.

Таким образом, мы видим, что унифицированного метода, который подходил бы для оценки риска большинства СИ с ПО не существует. В то же время нельзя не отметить наиболее перспективный подход, описанный в международном стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000. Согласно общим критериям, составляет перечень активов, подлежащих защите, и их соответствующие профили защиты. Оценка уровня риска ведется в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010, то есть анализируются все аспекты оценки рисков ПО в разных направлениях. Благодаря совмещению подходов, описанных в этих стандартах, можно получить единый наиболее эффективный метод.

Литература

1. ГОСТ Р 8.839-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к измерительным приборам с программным управлением.



2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000-2012. Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общий обзор и терминология.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности. 51 с.

4. WELMEC 5.3. Issue 1. Risk Assessment Guide for Market Surveillance: Weigh and Measuring Instruments, May 2011.

5. Directive 2004/22/EC of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on measuring instruments. Official Journal of the European Union L 96, 29.3.2014.

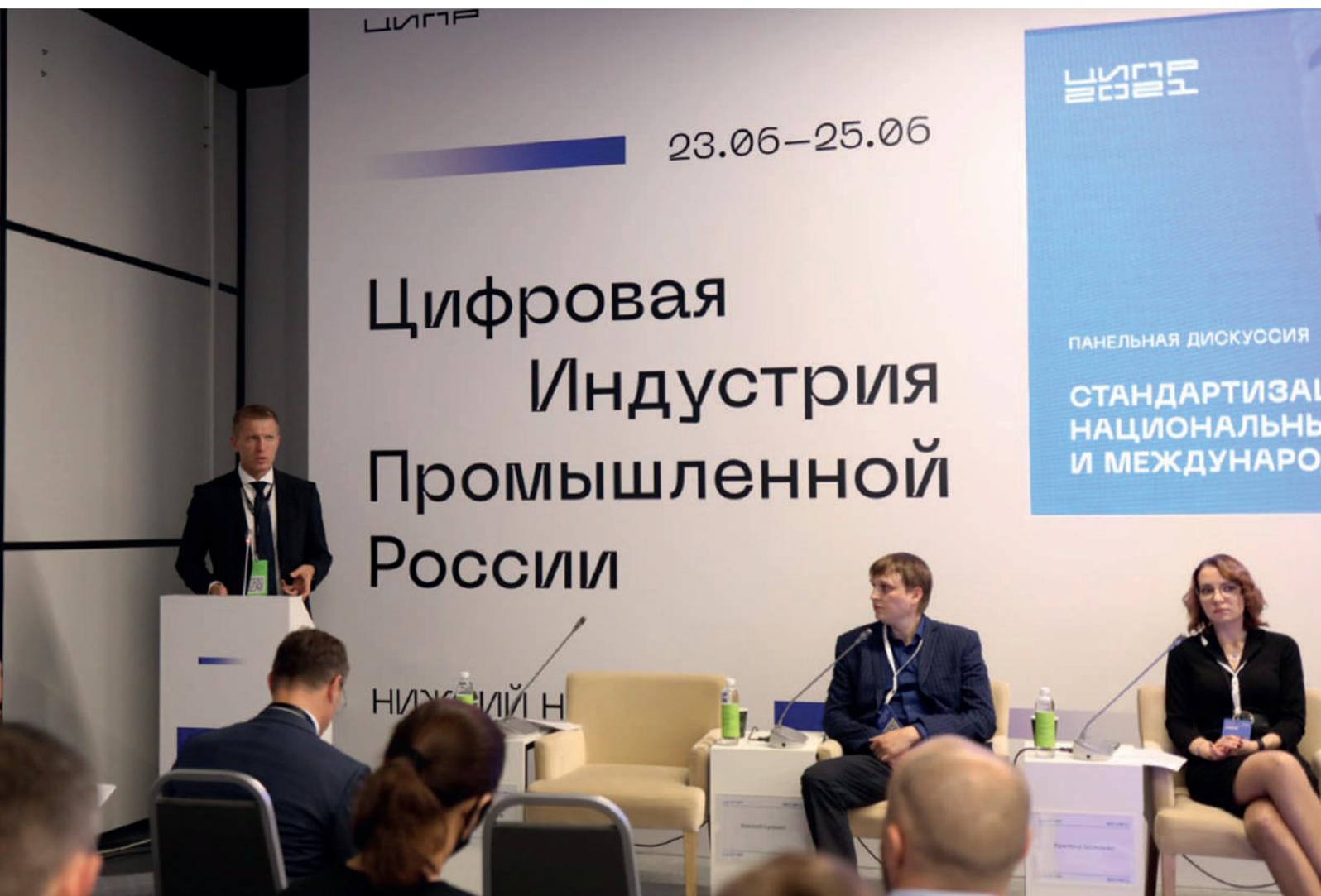
6. OIML D 31 Edition 2008 (E) General requirements for software controlled measuring instruments. (Общие требования к программно-контролируемым средствам измерений).

7. Р 50.2.077-2014. Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения.

8. ГОСТ Р 8.654-2015. Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. 



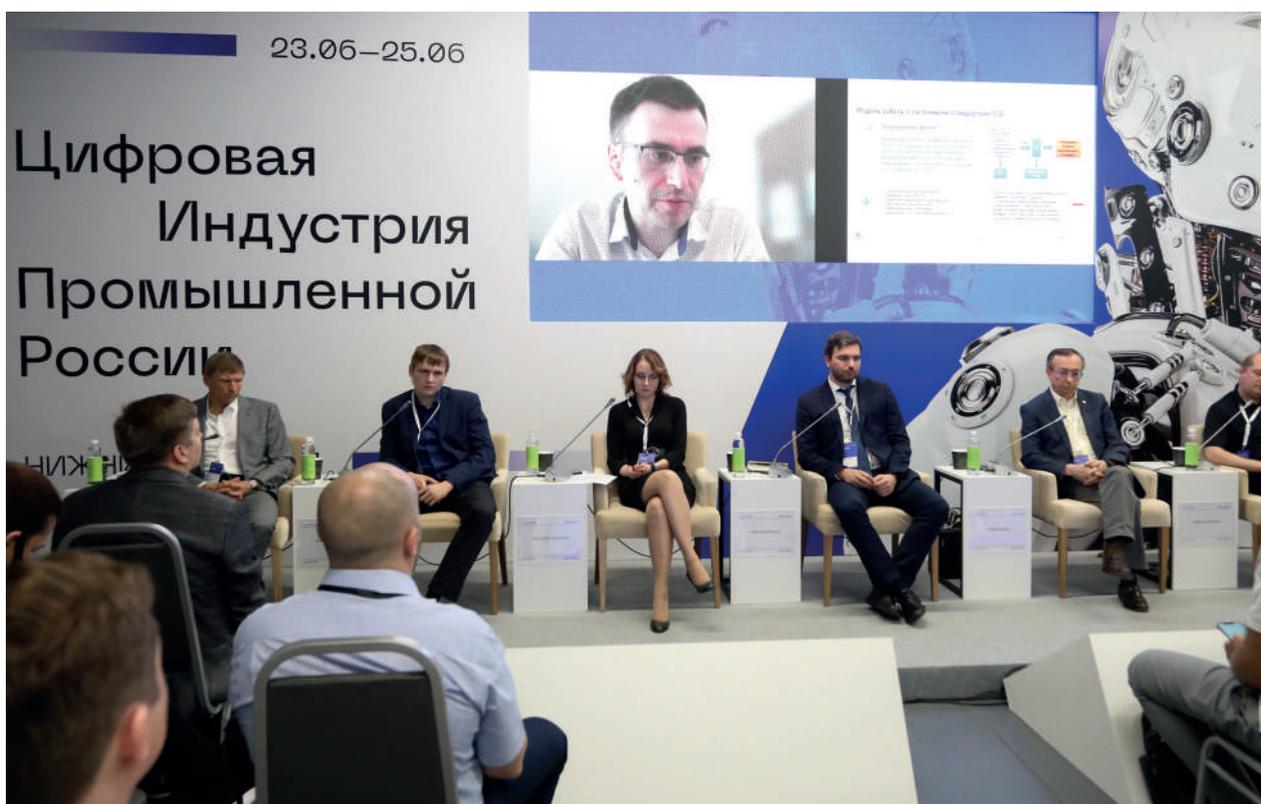
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ МЕТРОЛОГИИ



С 23 по 25 июня в Нижнем Новгороде состоялась конференция «Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР-2021), соорганизатором которой выступил Росстандарт. В рамках мероприятия был организован ряд панельных дискуссий, в том числе «Стандартизация в области искусственного интеллекта. Национальный, межгосударственный и международный уровни», где обсуждались динамика и перспективы развития стандартов в области искусственного интеллекта (далее – ИИ), особое внимание было уделено вопросам скорейшего внедрения систем ИИ в отрасли экономики и социальной сферы.

От имени Министерства промышленности и торговли Российской Федерации участников мероприятия поприветствовал заместитель руководителя ведомства **Алексей Ученев**. Он отметил, что искусствен-

ный интеллект находит все более широкое применение при автоматизации таких сфер, как транспорт, общественная безопасность, образование, здравоохранение, управление городским имуществом, торговля и др.



«Учитывая большую общественную значимость этих задач, предъявляются особые требования к применению искусственного интеллекта для обеспечения безопасности жизни и здоровья людей и окружающей природной среды», – добавил он.

Модератор панельной дискуссии – директор по научным проектам Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», председатель ТК 164 «Искусственный интеллект» **Сергей Гарбук** посвятил свой доклад анализу работ по формированию комплекса национальных стандартов в области ИИ. Он напомнил о том, что в декабре 2020 г. была утверждена Перспективная программа стандартизации по приоритетному направлению «Искусственный интеллект» на 2021-2024 гг. «В программе выявлены основные цели и принципы стандартизации. Одна из них – обеспечение доверия к системам ИИ. Потребитель должен иметь определенную уверенность в том, что система поведет себя правильно в реальных условиях эксплуатации. Вторая цель – обеспечение метрологического единства,

означающего возможность объективного сравнения систем ИИ со схожим функциональным назначением. Третья – обеспечение конфиденциальности наборов данных, используемых при создании, тестировании и применении систем ИИ. Отсутствие стандартов, предъявляющих унифицированные требования к процедурам анонимизации этих данных, сдерживает развитие ИИ, ограничивает разработчикам доступ к этим данным. Ну и четвертая цель – унификация форматов представления данных, обеспечение бесшовной, эффективной интеграции систем ИИ в национальную цифровую инфраструктуру».

«В начале 2021 г. мы создали концепцию машиночитаемого права. Она направлена на объединение нормативно-технической и нормативно-правовой этимологии. Это означает, что разрабатываемые стандарты наравне с человекочитаемым текстом должны содержать машиночитаемый текст, который будет построен на антологиях, семантических сетях смыслов», – отметил **Сергей Израйлит**, вице-президент по развитию и планированию Фонда «Скол-



ково». Он представил присутствующим возможности использования технологий машиночитаемого права при разработке и использовании нормативно-технической документации.

О национальной и международной стандартизации в области больших данных как части направления «Искусственный интеллект» рассказал председатель совета директоров АНО «Институт развития информационного общества» **Юрий Хохлов**. «Стандарты — это форма передачи открытого знания. Когда мы говорим о построении баз данных предметных отраслей, то эти знания можно соответствующим образом переводить и передавать тремя формами от одного поколения к другому. Первая форма — это фундаментальные знания, они передаются через публикационные акты исследований, вторая — это патентные исследования. И третья — стандарты. Международная стандартизация вообще — и в области ИИ, и в области работы с данными, — это, по сути, консолидация на международном уровне всех открытых знаний, кото-



рыми сообщество делится», — подчеркнул он.

Директор Международного инновационного института искусственного интеллекта, кибербезопасности и коммуникаций им А.С. Попова СПбГЭТУ «ЛЭТИ» **Кирилл Кринкин** в своем докладе «Стандартизация в искусственном интеллекте. Международный уровень» рассказал о жизненном цикле стандартов ИСО. «Это линейная модель: стадия предложения — стадия подготовки — стадия комитета — стадия запроса — стадия одобрения — стадия публикации. Наши коллеги из ТК 164 могут встраиваться в эту цепочку практически где угодно. Но важными являются публичные стадии: внесение в международную повестку, обсуждение международного стандарта и голосование (статус международного стандарта)», — пояснил спикер.

Все участники дискуссии отметили необходимость стандартизации сферы ИИ в России для динамичного развития высокотехнологичных отраслей. «Система ИИ нашла свое отражение в различных отраслях.



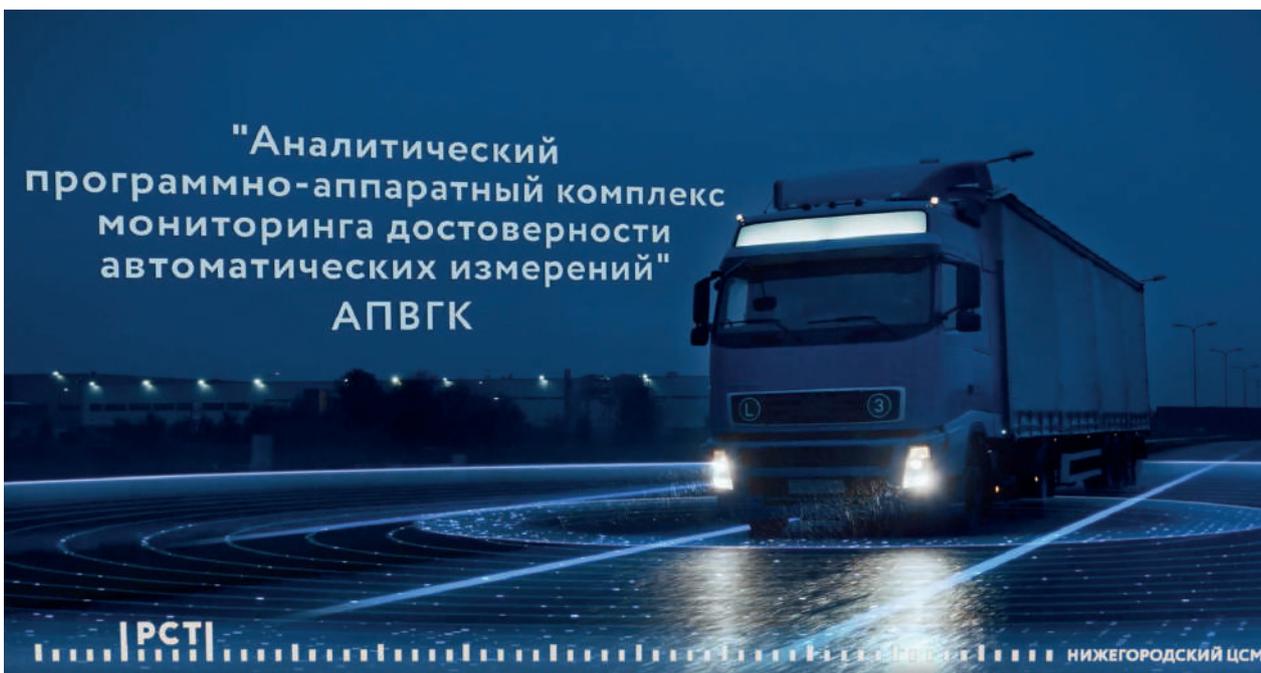
Например, в смарт-технологиях, транспортной сфере, здравоохранении. Это в свою очередь ставит широкий спектр задач техническим комитетам, в том числе программе стандартизации в сфере ИИ до 2024 г. Мы стараемся учесть все особенности и отразить их в основополагающем стандарте «Стандартизация в РФ. Стандарты национальные РФ в цифровых форматах. Общие положения и классификация», над которым сейчас ведется работа. Планируется, что документ позволит помимо работ по машиночитаемым текстам использовать стандартные данные в документах», – прокомментировал заместитель Генерального директора ФГУП «Стандартинформ» **Алексей Иванов**.

Кристина Сергунова, советник президента Центра по ядерной медицине НИЦ «Курчатовский институт», в рамках своего доклада вернулась к вопросу повышения доверия к системам ИИ. По ее мнению, при наличии грамотно выстроенной системы оценки качества возможно изменить отношение потребителей к технологиям ИИ, а именно – оценить соответствие

характеристик систем ИИ требованиям, установленным нормативно-техническими документами, методическими рекомендациями, требованиям заказчика. По мнению докладчика, составляющими такого комплексного понятия как качество являются параметры надежности, безопасности и функциональности (эффективности).

В завершении мероприятия старший научный сотрудник, доцент кафедры защиты информации Омского государственного технического университета **Алексей Сулавко** презентовал разработку вуза и поделился своими опасениями по атакам на ИИ. «Сегодня стандарты, публичные документы находятся на уровне постановки проблемы и задач в области функциональной безопасности, защиты информации. Нам удалось разработать проект по защите архитектуры ИИ и изначально сделать ее защищенной. Стандарт по автоматическому обучению нейронных знаний только принят в России. В мире больше таких стандартов нет», – объяснил Алексей Сулавко.

«Для нас крайне важно развитие ИИ, это неотъемлемая часть цифровой транс-



формации экономики и промышленности. Например, с выведением на принципиально новый уровень ИИ станет более доступна цифровая метрология. Такой проект мы представили на ЦИПР – Аналитический программно-аппаратный комплекс мониторинга достоверности автоматических измерений. Он даст нам возможность в режиме реального времени выяснить, когда и в какой момент произошел сбой весовой рамки и максимально быстро скорректировать ее работу. В результате внедрения системы, которая будет работать в режиме 24/7, прогнозируемый экономический эффект

составит 2 млрд рублей в год», – добавил директор ЦСМ Росстандарта в Нижегородской области **Денис Миронов**.

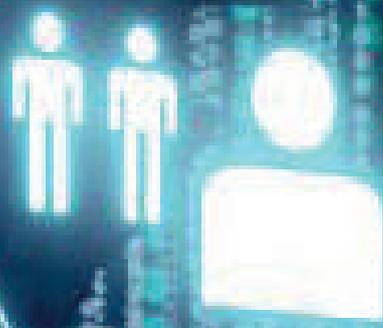
Подводя итоги дискуссии, спикеры отметили глубокую проработку проблемных вопросов, связанных с развитием ИИ, и приняли решение учесть все предложения при разработке нормативно-технической документации.

*Публикацию подготовила
Алина Барсукова,
специалист ФБУ «Нижегородский ЦСМ»* 





FINTECH



ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА «МЕТРОЛОГИЯ 4.0»



Е.В. Морин,
канд. техн. наук, первый заместитель генерального
директора ФБУ «Ростест-Москва»,
info@rostest.ru

XXI век – век стремительных цифровых изменений обуславливает необходимость трансформации инфраструктуры качества, инструментом обеспечения которого, наряду со стандартизацией и аккредитацией, является метрология. Актуальным направлением развития метрологии в современных условиях станет цифровая трансформация метрологических услуг, адаптация измерительных методов к работе с большим объемом различных данных, обеспечение метрологического контроля средств измерений и приборов. Создание цифровой платформы «Метрология 4.0» станет основой для трансформации метрологической деятельности в сторону повышения качества, сокращения требуемых временных, финансовых и человеческих ресурсов.

Цифровая платформа «Метрология 4.0» должна базироваться на принципах целостности, конфиденциальности, доступности

и будет служить для координации, концентрации, упрощения, гармонизации и обеспечения качества предоставляемых услуг по



Рисунок. Схема распределения ролей между пользователями цифровой платформы «Метрология 4.0»

обеспечению единства измерений, что потребует объединения существующей инфраструктуры и баз данных, уже используемых заинтересованными сторонами в Российской Федерации.

Заинтересованные стороны и пользователи

Заинтересованными сторонами и основными пользователями цифровой платформы «Метрология 4.0» будут выступать:

- федеральные уполномоченные органы;
- производители средств измерений;
- пользователи средств измерений;
- научно-исследовательские метрологические институты;
- федеральные органы, осуществляющие метрологический надзор.

Обеспечение единства измерений

Процесс обеспечения единства измерений и роли каждой из заинтересованных сторон можно описать следующим образом.

Производитель средств измерений несет ответственность за вывод на рынок средства измерений, полностью соответствующего требованиям законодательства Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, для чего предоставляет уполномоченному органу для проведения испыта-

ний с целью утверждения типа средство измерений.

При утверждении типа средств измерений устанавливаются показатели точности, интервал между поверками средств измерений, а также разрабатывается методика поверки данного типа средств измерений.

Положительное решение об утверждении типа средств измерений удостоверяется записью в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Производитель средства измерения выводит на рынок средства измерений, соответствующие тем же свойствам, что и средства измерений утвержденного типа.

Впоследствии уполномоченными федеральными органами исполнительной власти возлагается задача по надзору за использованием средства измерений.

До ввода в эксплуатацию, а также после ремонта средства измерений подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке для подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

Роли и функции заинтересованных сторон

Распределение ролей и функций между заинтересованными сторонами можно представить схематично (см. рисунок), создав со-

ответствующую иерархию в цифровой платформе «Метрология 4.0».

Чтобы обеспечить выполнение поставленных задач, цифровая платформа должна включать следующие модули:

- администрирование;
- конфиденциальность и безопасность;
- хранение данных;
- цифровое представление;
- метрологические услуги.

В случае, если функции, права и обязанности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих разработку, выпуск из производства, ввоз на территорию Российской Федерации, продажу и использование на территории Российской Федерации средств измерений, а также уполномоченных органов в области обеспечения единства измерений, законодательно определены, то функции администратора цифровой платформы «Метрология 4.0» и его назначение следует установить.

Так, предлагается, что администратор цифровой платформы «Метрология 4.0» должен обеспечивать:

- обновление программного обеспечения;
- мониторинг процесса эксплуатации цифровой платформы;
- взаимодействие с пользователями цифровой платформы;
- администрирование процессов;
- управление профилями пользователей;
- обеспечение информационной безопасности;
- управление рисками;
- управление сертификатами и правами доступа.

Учитывая ведущую роль в обеспечении единства измерений и доверие к результатам предоставляемых услуг в области метрологии, испытаний и сертификации, функции администратора цифровой платформы «Метрология 4.0» целесообразно возложить на ФБУ «Ростест-Москва».

Конфиденциальность и безопасность

Для работы цифровой платформы «Метрология 4.0» следует обеспечить информационную безопасность инфраструктуры, хранящихся данных путем:

- технической поддержки и контроля доступа к платформе;
- обеспечения осведомленности и обучения персонала;
- подготовки технических отчетов по результатам аудита процессов обеспечения безопасности;
- управления конфигурацией платформы для каждой группы заинтересованных сторон;
- идентификации и аутентификации пользователей;
- технического обслуживания;
- физической защиты;
- управления рисками;
- обеспечения целостности информации.

Техническое обеспечение хранения данных

Очевидно, что объем хранящихся при работе платформы «Метрология 4.0» данных значительно превышает объем, способный храниться на одном компьютере. Также при наличии большого количества заинтересованных сторон вопрос технического обеспечения хранения данных крайне важен для адекватной работы платформы.

С одной стороны, большое количество современных приложений, вычислительных массивов и веб-сервисов могут работать благодаря постоянно увеличивающемуся объему передачи данных через широкополосный Интернет. С другой стороны, все чаще наблюдается тенденция использования «облачных» технологий, способных обеспечить хранение данных от тысяч разнородных источников и хорошую пропускную способность сети с минимальной задержкой передачи данных.

Кроме того, в зависимости от расположения системы размещение всех машин в одном центральном месте также создает риски, такие как перебои в подаче электроэнергии и другие, в основном локальные явления, которых можно избежать, если узлы распределены на гораздо большие расстояния и подключены через Интернет, а не через локальную сеть.

Цифровая платформа «Метрология 4.0» предполагает цифровое представление достоверной информации по каждому



отдельному утвержденному типу средств измерений, обеспечивает безопасную связь и четкую идентификацию, предоставляет услуги поддержки для надзора за рынком и будет способствовать оптимизации административных процессов.

Цифровое решение представляет собой иерархическую базу данных, которая должна содержать административные данные, информацию о процессах, а также собирать, оценивать и распространять данные. Цифровое решение предполагает выполнение процесса виртуального моделирования и измерения путем создания так называемых «цифровых двойников». Цифровое решение будет реализовывать выборочный обмен информацией между авторизованными заинтересованными сторонами, уже созданными в аналоговом мире, которое необходимо разработать и протестировать в рамках новой базовой платформы с особыми режимами использования.

Метрологические услуги также могут трансформироваться в цифровую среду, что позволит обеспечить лучший контроль за использованием средств измерений, оптимизировать процессы планирования и оказания метрологических услуг, и, следовательно, снизить время простоя оборудования.

Для миллионов средств измерений, используемых на рынке Российской Федерации, объемы данных о каждом средстве измерений генерируются в течение всего жизненного цикла в результате процессов утверждения типа средств измерений, проверки, калибровки, ремонта, надзора за рынком, а также на основе услуг, предоставляемых производителем. Эти данные можно разделить на основные категории: данные измерений, административные данные и служебные данные.

При создании цифровой платформы «Метрология 4.0» важно определить способ, с помощью которого можно оптимизировать существующие метрологические услуги и создать процессы с использованием данных, собранных из разных источников.

Этапы создания цифровой платформы

Учитывая вышеизложенное, очевидно, что создание цифровой платформы

«Метрология 4.0» – сложный и длительный процесс, реализация которого предполагает следующие этапы:

- оценка потребностей заинтересованных сторон, идентификация соответствующих процессов;
- разработка концепции цифровой платформы «Метрология 4.0»;
- определение технических требований;
- объединение инфраструктуры, базы данных и средств измерений в единую систему;
- создание системы обмена данными;
- испытания системы, исправление ошибок;
- оценка необходимости изменения действующего законодательства с целью внедрения цифровой платформы «Метрология 4.0». 



МЕТОДОЛОГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ 3D-ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ФГАОУ ДПО АСМС



В.Н. Воронин,
д.п.н., профессор, ректор
ФГАОУ ДПО «Академия стандартизации,
метрологии и сертификации (учебная)»,
info@asms.ru

А.И. Соляник,
д.т.н., профессор, директор Воронежского
филиала ФГАОУ ДПО АСМС,
dir@asms-vrn.ru

Постоянное увеличение парка измерительного оборудования, усложнение технологических процессов его поверки требует от специалистов-метрологов непрерывного повышения компетенции. В этой связи разработка и внедрение передовых образовательных ИТ-технологий в организацию практико-ориентированного образовательного процесса, который обеспечивает соответствие получаемых компетенций реальным потребностям метрологических служб предприятий, становится для ФГАОУ ДПО АСМС (Академия, АСМС) одной из приоритетных научно-методических задач.

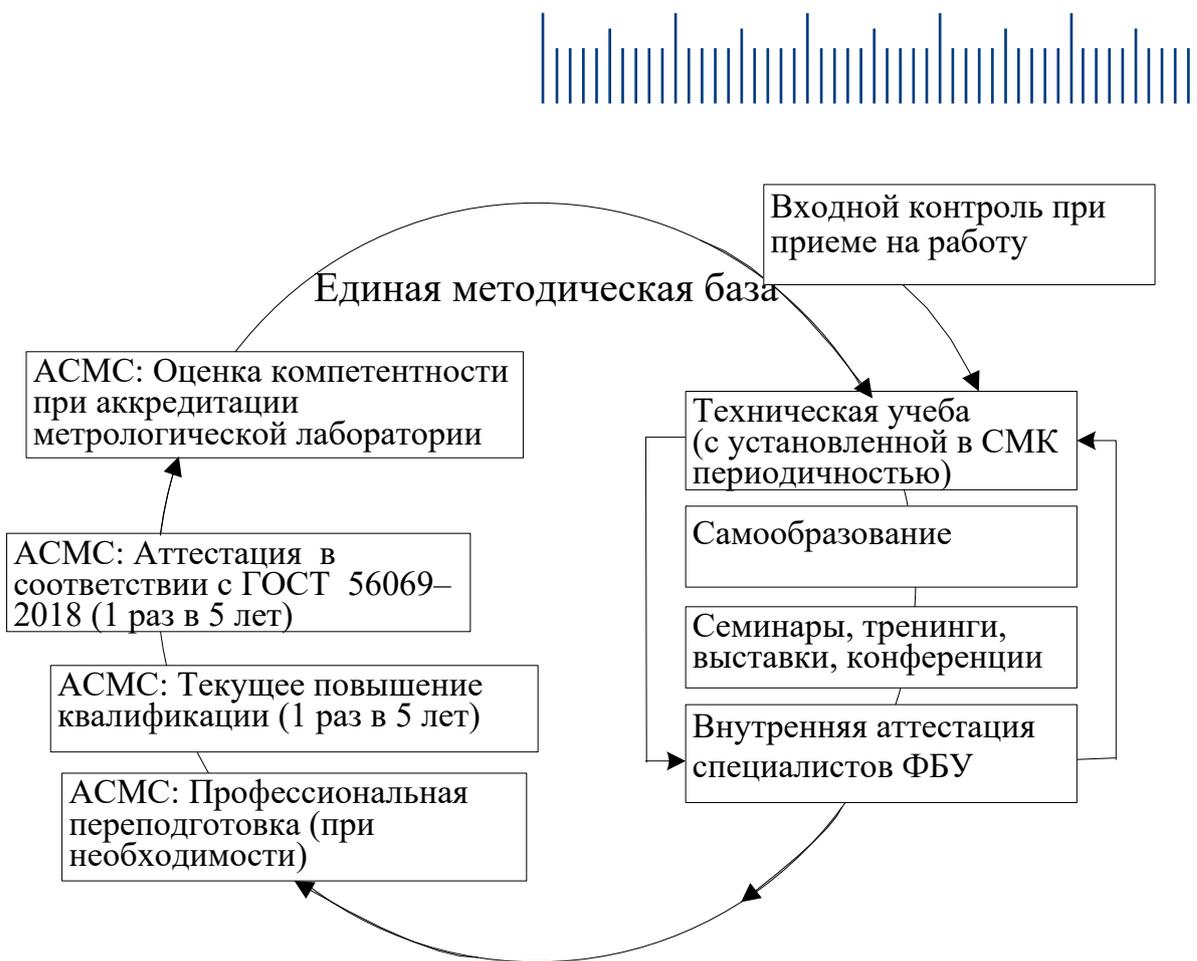


Рис. 1. Процесс непрерывного повышения компетенции специалистов-метрологов с использованием образовательных ресурсов ФГАОУ ДПО АСМС

В Академии в рамках Стратегии развития АСМС на протяжении ряда лет проводятся работы по созданию цифровой образовательной платформы, на которой реализуется практико-ориентированный образовательный процесс непрерывного повышения компетенции специалистов-метрологов (см. рис. 1) [1, 2].

Существенную роль в любом практико-ориентированном образовательном процессе играют лабораторные работы, которые реализуются на цифровой образовательной платформе Академии в форме удаленной работы на реальном метрологическом оборудовании или на компьютерном тренажере. В данной статье мы рассмотрим процесс проектирования компьютерных 3D-тренажеров, реализующих процесс проведения лабораторных работ по поверке и калибровке средств измерений.

Компьютерный тренажер представляет собой программно-технический комплекс, предназначенный для выработки устой-

чивых навыков ведения технологического процесса поверки и калибровки конкретного средства измерений. С помощью тренажера пользователь может изучить устройство измерительного оборудования и теорию технологического процесса его поверки; сформировать навык работы с конкретным измерительным оборудованием. Использование такого типа тренажеров позволяет метрологическим службам снизить затраты на обучение, поскольку работа на них может проводиться без отрыва от производства в удобное для сотрудника время. Многие технологические операции поверки растянуты во времени, что делает их изучение в реальном времени весьма затратным, «сжатие» времени на компьютерном тренажере позволяет сделать длительные процессы поверки и калибровки доступными для быстрого повышения квалификации персонала.

Для практической реализации эффективных компьютерных тренажеров необходимо наличие современных, эффективных

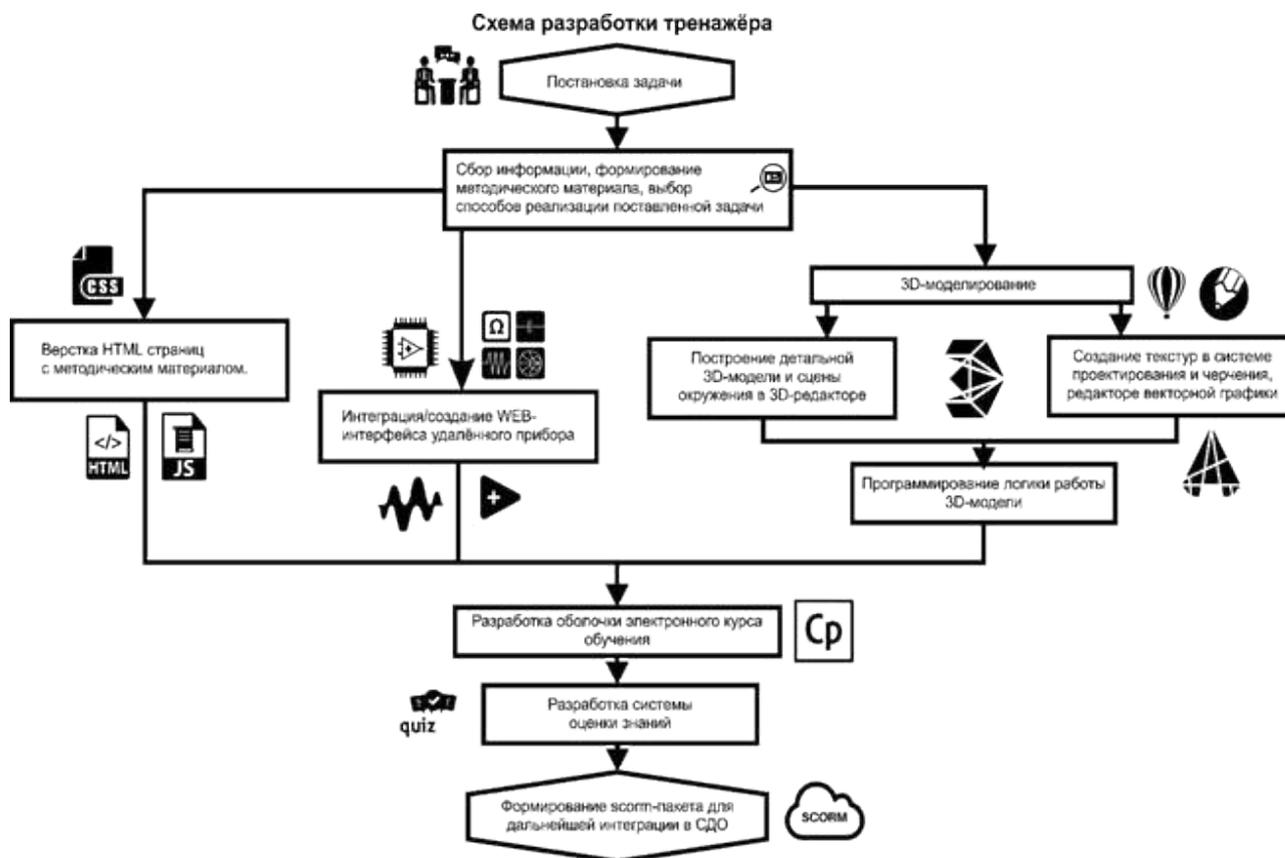


Рис. 2. Структура технологии разработки виртуального 3D-тренажёра

IT-технологий, обеспечивающих реалистичность виртуальной среды и быстродействие вычислительных процессов для визуализации качественных изображений высокого разрешения в режиме реального времени. При проектировании компьютерных тренажеров необходимо учитывать следующие основные характеристики программного обеспечения:

- качественное отображение 3D-пространства на различных платформах;
- наличие компонентов, позволяющих визуализировать физическое содержание задач;
- простота в работе;
- наличие возможности создавать Web-приложения.

Из известных в настоящее время специализированных пакетов и различных технологий, ориентированных на создание 3D-приложений, интегрированных в WEB (Verge3D, Unity3D, Blend4Web), по ряду кри-

териев был обоснован выбор программного обеспечения Verge3D.

Verge3D работает исключительно в паре с одним из 3D-редакторов (3ds MAX, Blender, MAYA). Созданные с помощью Verge3D интернет-приложения полностью кроссплатформенны, так как работают во всех современных браузерах, что позволяет им взаимодействовать через стандарт SCORM с любыми системами дистанционного обучения.

Общая схема технологии разработки виртуальных тренажеров показана на рис. 2.

Основные этапы технологии разработки 3D-тренажёра:

- сбор и анализ данных об объектах и процессах комплекса;
- разработка проекта системы;
- разработка математических моделей и алгоритмов;
- создание трехмерных моделей и выполнение процедуры текстурирования;



- разработка, реализация и тестирование программного обеспечения. Назначение и содержание работ указанных этапов сводится к следующему.

Сбор и анализ данных об объектах и процессах комплекса

Производится сбор информации о средствах технического и технологического оснащения комплекса в виде видео, фото, чертежей, технологических инструкций, материалов, данных о параметрах и режимах процессов поверки и калибровки. Необходимо детальное рассмотрение принципов работы систем управления, механизмов, оборудования, обязанностей, траекторий движения и действий технологического персонала. Большое внимание уделяется наблюдению и анализу физико-химических процессов, протекающих в реальных приборах для формирования информационных и математических моделей. Анализируются все каналы управления реального объекта, определяются их статические и динамические характеристики. Создаются диаграммы взаимосвязей процессов и операций на соответствующих технологических уровнях иерархии.

Разработка проекта системы

Заключается в разработке максимально полного описания сценариев работы прибора и создании проектных решений для следующих взаимосвязанных этапов:

- создание математических моделей;
- создание программного обеспечения (ПО);
- 3D-моделирование.

При создании концепции и сценариев в первую очередь разрабатывается общий механизм функционирования виртуального тренажера. Выделяется основная часть – главное устройство, с которым взаимодействуют все остальные. Может быть множество различных главных устройств либо набор типовых. Затем определяются связи между всеми устройствами. Разрабатываются методика распределения ресурсов и сценарии для каждого отдельного типа оборудования. Определяются степень и границы реалистичности виртуального тренажера, возможности пользователей.

Учитывается то, что пользователи будут видеть виртуальный мир и действовать от первого лица.

Создание пользовательских интерфейсов заключается в разработке макетов всех интерфейсов, создании взаимосвязи между ними. При этом подбираются удобные компоненты, стили и цветовые палитры.

Создание структуры виртуального тренажера. В связи с наличием в тренажерах большого количества виртуальных объектов со сложными связями структура виртуального тренажера должна быть гибкой и масштабируемой. Вся программная логика должна рассчитываться на основе математических моделей.

Формирование требований к 3D-моделям. Формулируются следующие требования к моделям: уровень детализации модели (уровень геометрического соответствия реальному объекту), соответствие виртуальных единиц измерения реальным. Происходит подбор технологий создания текстур. Создается единая иерархическая система имен 3D-объектов. Множество объектов, на которые распространяются одни и те же алгоритмы, объединяются в группы.

Верстка методического материала. Для верстки методического материала необходим любой редактор кода. С помощью html, css, javascript весь учебно-методический материал может быть представлен в удобном формате и подготовлен к дальнейшему интегрированию в виртуальный тренажер.

Разработка математических моделей и алгоритмов

Осуществляется согласно иерархии объектов реальной системы, в соответствии с которой необходимо создавать три категории математических моделей, а именно:

- модель и алгоритмы, отражающие организационно-производственные механизмы функционирования всей системы;
- модели расчета процессов и работы оборудования;
- модели и алгоритмы расчета параметров для управления графическими объектами.

Создание трехмерных моделей и выполнение процедуры текстурирования

На основе сформулированных требований, исходных данных при помощи программного продукта Blender для создания и редактирования трехмерной графики разрабатываются 3D-модели сооружений и оборудования. В первую очередь создаются высокодетализированные или высокополигональные модели. На основе этих моделей генерируется текстура нормалей. В зависимости от необходимого количества уровней детализации производится поэтапное снижение полигональности модели. С помощью графических редакторов (Photoshop, CorelDRAW) разрабатываются основные текстуры. Создаются материалы текстур нормалей и основных текстур. После триангуляции модели экспортируются.

Разработка, реализация и тестирование программного обеспечения

Программная реализация математических моделей, глобальной логики и интерфейсов производится на языке JavaScript в плагине для Blender Verge3D согласно разработанным диаграммам классов, состояний и поведений, а также структурам математических алгоритмов и моделей. На основе разработанных шаблонов создаются пользовательские интерфейсы и выполняется тестирование.

Оптимизация системных требований и быстроедействие делится на два направления: уменьшение источников света и уменьшение визуализируемой геометрии. Для уменьшения источников света разрабатываются карты освещения поверхностей объектов виртуального тренажера. Расчет освещения при отрисовке каждого кадра заменяется на одновременную загрузку ресурсов. Уменьшение отображаемой геометрии достигается благодаря настройке детализации. Это позволяет в зависимости от удаленности камеры визуализировать модели с различными уровнями детализации и технологий окклюзивного исключения, скрывать объекты, находящиеся вне поля зрения пользователя.

Сборка виртуального тренажера. Выбираются настройки редактора курсов обучения CourseLab под определенную среду,

в которую будет интегрирован тренажер, компилируется готовый SCORM-пакет, содержащий в себе все части виртуального тренажера. В этом виде виртуальный тренажер готов для интеграции в любую систему дистанционного обучения. При необходимости осуществляется возврат на любой из этапов создания виртуального тренажера.

Опыт применения технологий рассмотрим на примерах создания виртуальных тренажеров по поверке крановых весов ВВК-1000 и дозиметра ДБГ-01Н.

1. *Прототип виртуального тренажера поверки крановых весов* моделирует реальные помещения, агрегаты и оборудование. Пользователь может перемещать камеру и выполнять различные действия от первого лица. Реализована работа следующих типов оборудования: комплекты гирь; крановые весы; силовоспроизводящая установка и т.д. На *рис. 3* представлены фотографии, сделанные с экрана компьютера и дающие визуальное представление о работе с виртуальным тренажером.

2. *Виртуальный тренажер по поверке дозиметров* производит симуляцию работы установки для поверки дозиметров УПГ-П, визуализацию и моделирование различных процессов и зависимостей. Пользователь последовательно выполняет операции поверки, руководствуясь всплывающими подсказками. Примеры экранных форм виртуального тренажера по поверке дозиметров показаны на *рис. 4*.

Заключение

Успехи IT-технологий создали уникальную возможность реализации практико-ориентированных образовательных программ в сфере подготовки специалистов-метрологов. Электронное обучение и дистанционные образовательные технологии стали весьма актуальными и востребованными в образовательной деятельности Академии как обладающие неоспоримым экономическим преимуществом для метрологических служб.

Поддержание уровня компетенции специалистов-метрологов с помощью различных подходов и форм обучения является комплексной задачей, для решения которой

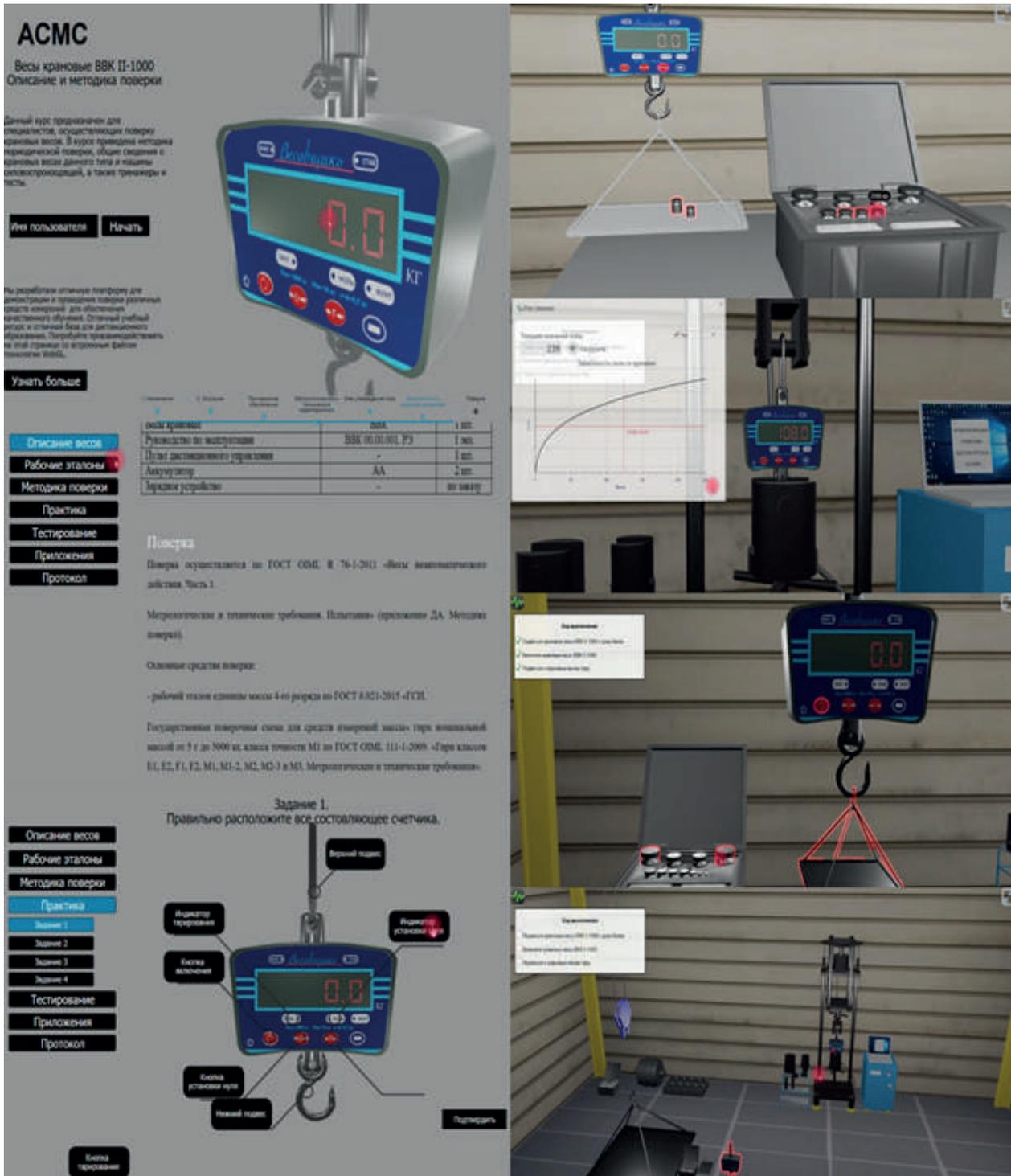


Рис. 3. Снимки с экрана виртуального тренажера по поверке крановых весов

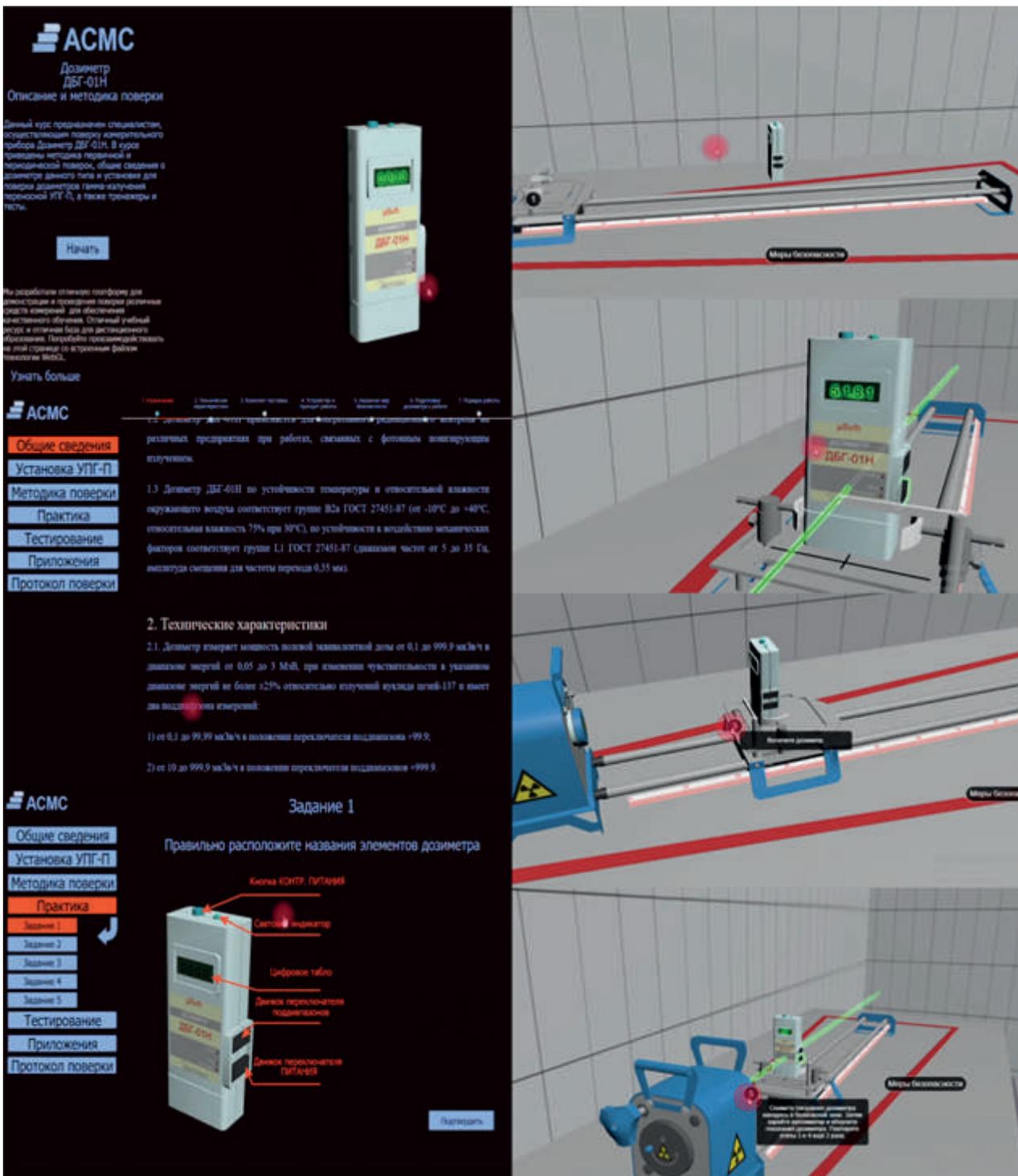


Рис. 4. Снимки с экрана виртуального тренажера по поверке дозиметра



ФГАОУ ДПО АСМС совместно с региональными ФБУ ЦСМ и производителями метрологического оборудования на протяжении ряда лет проводится работа по созданию и развитию цифровой образовательной платформы. К настоящему времени разработано множество электронных учебно-методических комплексов, включающих в себя различные тренажеры и позволяющие реализовать непрерывное повышение компетентности специалистов-метрологов, специалистов испытательных лабораторий и специалистов в области подтверждения соответствия продукции. Ряд тренажерных комплексов приказом Минкомсвязи России от 23.09.2021 № 990 прошли экспертизу и были включены в «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных» [3].

Следует отметить, что актуальность электронных форм и технологий обучения существенно возрастает в связи с пере-

ходом предприятий и организаций на удаленный формат работы. В этих условиях создание и использование компьютерных тренажеров как эффективной технологии тренинга персонала метрологических служб предприятий для ФГАОУ ДПО АСМС является трендовой тенденцией последних лет.

Литература

1. Соляник А.И., Новиков В.А. Эффективная система непрерывного повышения компетентности специалистов-метрологов // Компетентность. – 2021. – № 1. – С. 6–10.
2. Пегина А.Н., Дворянинова О.П., Соляник А.И. Организационные основы практики обучающихся: опыт, проблемы, перспективы // Компетентность. – 2019. – № 4. – С. 8–12.
3. Приказ Минкомсвязи России от 23.09.2021 № 990 «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных».



СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПО СВОЙСТВАМ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ



С.А. Денисенко,
директор
ФГБУ «ВНИИМС»,
Москва,
sdenisenko@vniims.ru



В.А. Колобаев,
начальник отдела
ведения и развития
ГСССД,
ФГБУ «ВНИИМС»,
Москва,
kolobaev@vniims.ru



К.В. Матвеев,
заместитель началь-
ника отдела ведения
и развития ГСССД,
ФГБУ «ВНИИМС»,
Москва,
matveev@vniims.ru



Е.Ю. Скотаренко,
инженер 2-й категории
отдела ведения и раз-
вития ГСССД, Москва,
e.skotarenko@vniims.ru



В статье проанализирована роль и место оцененных цифровых баз данных в обеспечении единства и требуемой точности измерений в науке, технике и технологиях. Изложены проблемы и перспективы создания цифровых баз данных по свойствам веществ и материалов на основе стандартных и рекомендуемых справочных данных. Раскрыты перспективы разработки баз данных для обеспечения предприятий промышленности, ФОИВ и научных учреждений для обеспечения единства и требуемой точности.

Развитие многих отраслей промышленности сопряжено с появлением новых материалов. Их эффективное применение в производственных процессах требует актуальных данных о свойствах и технических важных характеристиках. Поэтому важной задачей является организация быстрого и надежного обмена информацией между разработчиками свойств и их потребителями. Традиционная система предоставления данных в виде монографий, статей и справочников не позволяет сегодня обеспечить достаточную скорость внедрения информации в вычислительные приборы на производстве, так как требует дополнительной обработки и преобразований в цифровой формат. Это тормозит производственные процессы и темпы развития высокотехнологичных отраслей промышленности, таких как микроэлектроника, атомное производство, аэрокосмическое производство, микробиологическая промышленность и др.

Основой эффективного информационного обмена между разработчиками и потребителями свойств веществ и материалов являются базы данных. Их разработка и активное использование давно ведется в развитых странах. При этом наибольшего прогресса в этой разработке добились [1] США и Япония, которые на базе NIST (National Institute of Standards and Technology – Национальный институт стандартов и технологий, США) и NIMS (National Institute for Materials Science Technology – Национальный институт материаловедения, Япония) создали и развивают обширные комплексы материаловедческих информационных систем, основанных на базах данных.

Россия обладает неплохим потенциалом в создании собственной базы данных, однако в последние годы можно отметить определенный застой в этой области, связанный с недостаточным финансированием, поэтому в настоящее время единой цифровой базы справочных данных по свойствам веществ и материалов нет [1]. В условиях наложенных санкций создание единой базы справочных данных по свойствам веществ и материалов является приоритетным направлением деятельности Государственной службы стандартных справочных данных (ГСССД) [2]. Объединение разрозненных библиотек данных, существующих в отечественных НИИ, научных центрах и лабораториях, в единую электронную базу представляется авторам необходимым для поддержания развития всех отраслей и экономического роста.

Создание единой базы данных по свойствам веществ и материалов позволит:

- создать объекты цифровых данных с возможностью непосредственного внедрения в измерительные приборы, контролеры и вычислительные машины, что повысит надежность технологических процессов (рис. 1);
- объединить многочисленные информационные данные под одной оболочкой, предоставляя наиболее точные из них;
- регулярно поставлять наиболее точные данные, а также данные о новых свойствах и материалах;
- обеспечить многопользовательский доступ к базе с различных устройств;
- иметь базу критически оцененных данных, использование которых подкреплено с точки зрения законодательной метрологии, что нельзя сказать о зарубежных базах.

Перспектива применения критически оцененных данных по свойствам веществ и материалов путем их интеграции в автоматизированные системы управления продемонстрирована на рис. 1. Показано, что отрасли промышленности применяют в своей деятельности более 190 млн различных веществ и материалов. Для слаженной работы отраслей промышленности необходимо критически оценить существующие данные



Рис. 1. Цель создания цифровой базы данных

по свойствам используемых веществ, аттестовать их, таблицы данных и методики расчета перевести в цифровые объекты, удобные для интеграции в средства измерений и измерительные комплексы. Объединение полученных цифровых объектов в единую базу данных сможет обеспечить достоверность измерений в промышленности и научных учреждениях.

Начиная с 2021 г., в ГСССД ведется активная разработка концепции единой электронной цифровой базы данных по свойствам веществ и материалов. Для создания базы данных необходимо проведение серьезной исследовательской работы по определению потребности отраслей промышленности в справочных данных по свойствам веществ и материалов, а также наличие собственных разработок исследовательских институтов, центров и лабораторий. Уже на протяжении несколь-

ких лет ГСССД ежегодно проводит мониторинг востребованности справочных данных у предприятий и научных учреждений. Однако получаемая ранее степень отклика организаций не позволяет сформировать глобальное представление об обеспеченности данными отечественных НИИ.

На текущем этапе предполагается, что единая база данных по свойствам веществ материалов будет представлять собой сборник электронных справочников с возможностью вывода необходимых данных в виде цифровых таблиц, формул для расчета и, возможно, запрограммированных алгоритмов расчета выбираемых пользователем свойств (рис. 2). Вопрос выбора реализации оболочки базы обсуждается. Сейчас предлагаются два варианта: в виде программного продукта, устанавливаемого на устройстве пользователя, или в виде



ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ

П О С В О Й С Т В А М В Е Щ Е С Т В И М А Т Е Р И А Л О В

Углеводороды	Конструкционные материалы	Радионуклиды	...
--------------	---------------------------	--------------	-----

Разряд справочных данных: ▼ выбрать все

Тип данных: МИ МР МЭ МО таблицы ССД

Вещество или материал: ▼

Свойства:

<input type="checkbox"/> плотность	<input type="checkbox"/> энтальпия	<input type="checkbox"/> скорость звука
<input type="checkbox"/> коэффициент динамической вязкости	<input type="checkbox"/> энтропия	<input type="checkbox"/> коэффициент температурного расширения
<input type="checkbox"/> коэффициент сжимаемости	<input type="checkbox"/> изобарная теплоемкость	
<input type="checkbox"/> коэффициент теплопроводности	<input type="checkbox"/> изохорная теплоемкость	

Единица измерений

Диапазон температур: ... ▼

Диапазон давлений: ... ▼

Рис. 2. Образец интерфейса единой электронной базы данных

сайта или облачного хранилища, расположенного в сети Интернет.

Имеются аналогичные уже функционирующие базы справочных данных. Например:

- *Полнофункциональная База данных Total Materia* (рис. 3) включает свойства металлических сплавов из 63 стран/стандартов, более 6 000 000 частных записей для более чем 220 000 сплавов: сталей, железа, алюминия, титана, меди, магния, олова, цинка, свинца, никеля, кобальта и т.д.;
- *База данных по физико-химическим свойствам нефти и газа*. Основным элементом базы данных является набор данных «Образец» («Sample»), в котором содержится информация о результатах анализа конкретного образца нефти и газа (рис. 4.).

В качестве первой разработки электронной базы данных планируется созда-

ние библиотеки, содержащей спектры наркотических и токсических веществ в малых концентрациях, полученные хромато-масс-спектрометрическим методом.

В экспертных подразделениях Следственного комитета Российской Федерации, МВД России, ФТС России, ФСБ России и судебно-экспертных организациях Минюста России, медицинских учреждениях и других организациях, использующих хромато-масс-спектрометрические средства измерений, при проведении экспертных работ и в лабораторных исследованиях используются зарубежные данные масс-спектров. Например:

- информационно-поисковая система АИПСИН АнтиНаркотики на основе библиотеки масс-спектров, содержащая 18 603 спектра для 8 317 веществ (разработчик ЗАО «БелХардГрупп», Республика Беларусь);



Рис. 3. База данных Total Materia по свойствам металлических сплавов

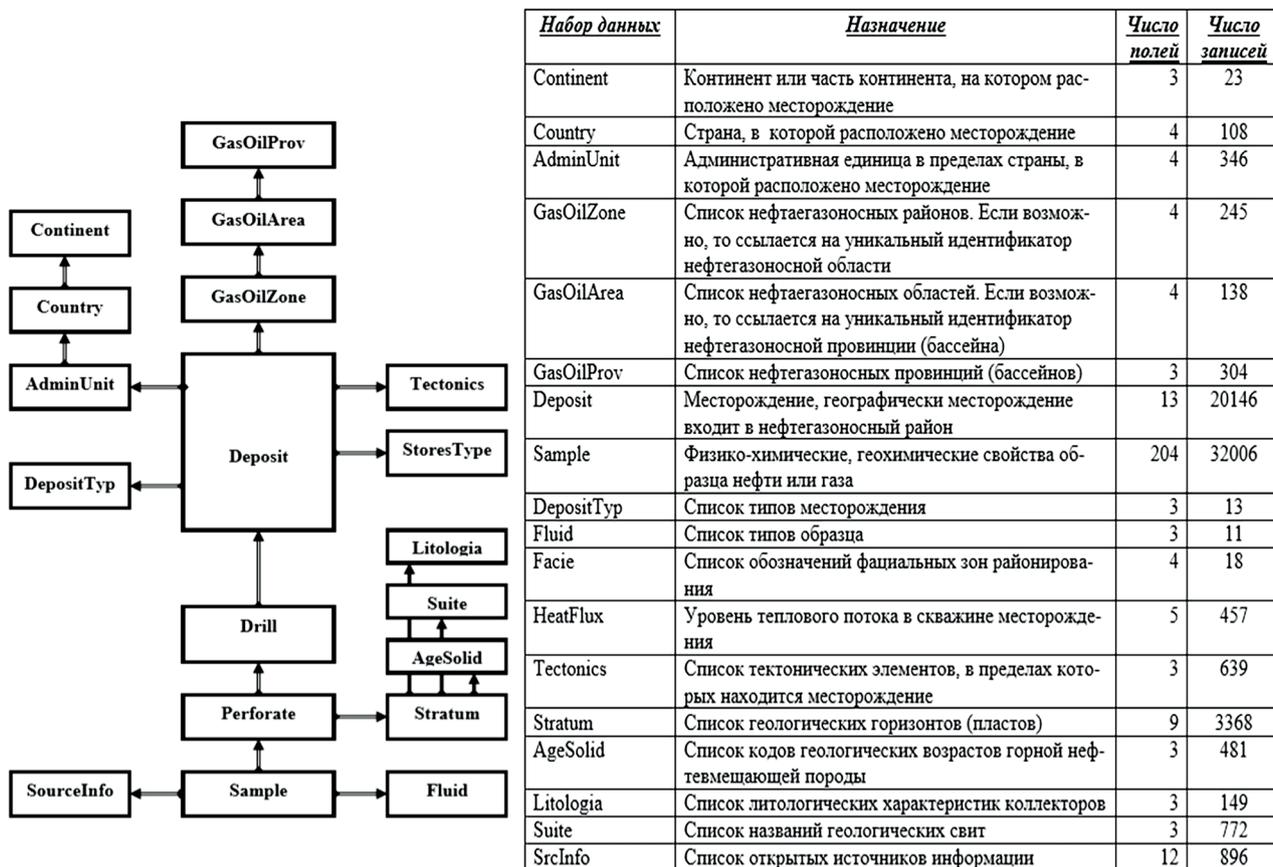


Рис. 4. База данных по физико-химическим свойствам



- «NIST 17» от Национального Института Стандартов и Технологий США, содержащая около 306 623 спектров для 267 376 веществ, не прошедших систему аттестации в России и не представленных в качестве стандартных или рекомендуемых справочных данных в ФИФ ОЕИ.

Установление метрологических характеристик при проведении экспертно-криминалистических исследований при использовании вышеуказанных справочных данных крайне затруднено с точки зрения законодательной метрологии. В настоящее время нет надежных национальных справочных данных по свойствам малых концентраций наркотических и токсических веществ, которые имели бы нормированные метрологические характеристики, поэтому разработка подобных является сегодня актуальной. При планировании перечня разрабатываемых наркотических и токсических веществ необходимо исследовать потребности экспертно-криминалистических подразделений Следственного комитета Российской Федерации, МВД России, ФСБ России, ФТС России, МЧС России, судебно-экспертных организаций Минюста России и других экспертных лабораторий, деятельность которых регламентируется [3], [4], [5], [6].

Параллельно разрабатывается план создания электронной базы данных по металлам и материалам, используемым в металлургии. Учитывая существующие монографии [7], а также существующие электронные справочники, возможно создание базы, объединяющей все имеющиеся сегодня данные с указанием разработчиков и правообладателей, по которым пользователь сможет получить требуемые свойства.

Дальнейшее развитие и создание единой электронной базы данных по свойствам веществ и материалов связано, как и сказано выше, с исследованием востребованности данных о свойствах у потребителей. Это учитывается при разработке концепции создания единой базы и включается в план по реализации аналогичных тематических баз данных. Так,

одним из востребованных направлений, помимо названных ранее, авторы считают данные по свойствам углеводов, необходимым как для нефтяной, так и химической промышленности.

Литература

1. Труды XVII Международной конференции DAMDID/RCDL'2015 «Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных», Обнинск, 13-16 октября 2015.
2. Кузин А.Ю., Козлов А.Д., Колобаев В.А. Государственная служба стандартных справочных данных – одно из направлений обеспечения единства измерений в науке и технике // Главный метролог. 2019. №4. С. 24-29.
3. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. N 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».
4. Постановление Правительства РФ от 22.12.2011 № 1085 «О лицензировании деятельности по обороту наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, культивированию наркосодержащих растений».
5. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 30 июня 2016 г. № 441н «О порядке проведения медицинского освидетельствования на наличие медицинских противопоказаний к владению оружием и химико-токсикологических исследований наличия в организме человека наркотических средств, психотропных веществ и их метаболитов».
6. Приказ МЧС России от 14.10.2005 № 745 «О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы».
7. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

