

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

Научная статья

УДК 006.91:004.77:004.9

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-3-57-70>



Цифровизация обеспечения метрологической прослеживаемости средств измерений и стандартных образцов через облачные технологии: современное состояние и перспективы развития

А. А. Попов ✉

ФБУ «Омский ЦСМ»; ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», Омск, Россия

✉ omskmetr@mail.ru

Аннотация: Ускоренное внедрение цифровых технологий в экономике и социальной сфере является национальной приоритетной задачей в Российской Федерации. Одним из компонентов данного этапа развития промышленности является создание комплексной облачной платформы для полной автоматизации метрологических центров и реализации стратегии обеспечения единства измерений «Метрология 4.0». При многочисленных плюсах внедрения цифровых систем и сервисов процесс интеграции цифровых систем в жизнь связан с рядом сложностей, таких как отсутствие единого API протоколов при обмене с базами данных, отсутствие единых стандартизованных справочников и т. д.

Целью данного исследования является обобщение информации о существующих иностранных и отечественных облачных решениях в области обеспечения единства измерений, выявление их недостатков и формулировка путей решения возникающих проблем с учетом условий современных технологий.

Основными методами исследования был анализ текущей ситуации в части метрологических цифровых сервисов в РФ, а также Германии, Индии в США и др. стран. Проведено сравнение подходов к построению и перспективам метрологического облака. Описываются проблемы внедрения инновационных технологий.

В ходе исследования на примере ФГИС «АРШИН» показано, что данный цифровой сервис, применяемый в РФ, не обладает исчерпывающим функционалом для организации метрологической деятельности предприятий и имеет ограничения, которые не позволяют перейти на новый этап цифровизации. К основным недостаткам ФГИС «АРШИН» можно отнести недостаточное расширение охвата средств измерений, невозможность автоматической обработки информации о средствах измерений, а также отсутствие инфраструктуры получения непосредственной измерительной информации через облачные технологии.

Для решения поставленной задачи автором предложена схема улучшения ФГИС «АРШИН», которая включает: алгоритм создания единого стандарта для формирования систем обработки, хранения и анализа данных средств измерений и стандартных образцов; создание универсальных цифровых справочников, позволяющих описывать средства измерений, в том числе для формирования области аккредитации в конфигураторе Федеральной службы по аккредитации; создание уникального идентификационного номера для средства измерений и стандартного образца; реализацию защищенного механизма однозначной идентификации, верификации и передачи данных о средстве измерений на основе блокчейн-технологий.

Данная схема может быть интегрирована во ФГИС «АРШИН» и пройти опытную эксплуатацию без дополнительных финансовых затрат со стороны бюджета РФ. Такой подход постепенного наращивания цифровых возможностей

государства, а также обеспечение безопасной работы с большими объемами данных дает возможность дальнейшей цифровой трансформации и перспективой развития системы обеспечения единства измерений в РФ.

Ключевые слова: Аршин, идентификатор, метрология 4.0, метрологическое облако, цифровая метрология, цифровизация, УИН СИ, средства измерений, стандартные образцы, облачные технологии

Используемые сокращения: СИ – средства измерений; СО – стандартные образцы; УИН СИ – уникальный идентификационный номер средства измерений; УИН СО – уникальный идентификационный номер стандартного образца; ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений; ФГИС «АРШИН» – Федеральная государственная информационная система «АРШИН»; ГНМИ – Государственный научный метрологический институт; ГРЦМ – Государственный региональный центр метрологии.

Ссылка при цитировании: Попов А. А. Цифровизация обеспечения метрологической прослеживаемости средств измерений и стандартных образцов через облачные технологии: современное состояние и перспективы развития // Эталоны. Стандартные образцы. 2022. Т. 18, № 3. С. 57–70. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-3-57-70>

Статья поступила в редакцию 16.08.2022; одобрена после рецензирования 20.09.2022; принята к публикации 25.09.2022.

RESEARCH ARTICLE

Research Article

Digitalization of Ensuring Metrological Traceability of Measuring Instruments and Reference Materials through Cloud-Based Technologies: Current State and Development Prospects

Aleksey A. Popov ✉

Omsk CSM; Omsk State Technical University, Omsk, Russia

✉ omskmetr@mail.ru

Abstract: The accelerated implementation of digital technologies in the economy and social sphere is one of the national priorities in the Russian Federation. One of the components of this stage of industrial development is the creation of a comprehensive cloud platform for the complete automation of metrological centers and the implementation of the strategy for ensuring the uniformity of measurements «Metrology 4.0». Considering the numerous advantages of implementing digital systems and services, the integration of digital systems into life is associated with a number of difficulties, such as the lack of a single API protocol in the exchange of databases, the lack of unified standardized directories, etc.

The purpose of this study is compilation of information about existing foreign and national cloud-based solutions in the field of ensuring the uniformity of measurements, identification of their shortcomings and finding solutions to emerging problems, taking into account the conditions of modern technologies.

The main research methods were an analysis of the current situation in terms of metrological digital services in the Russian Federation, as well as in Germany, India in the USA and other countries. A comparison of approaches to the construction and prospects of the metrological cloud is carried out. The problems of introducing innovative technologies are described. The study using the example of FSIS «ARSHIN» showed that this digital service used in the Russian Federation does not have comprehensive functionality for organizing the metrological activities of enterprises and has limitations that do not

allow moving to a new stage of digitalization. The main disadvantages of FSIS «ARSHIN» include the following: insufficient expansion of the coverage of measuring instruments, the impossibility of automatic processing of information about measuring instruments, as well as the lack of infrastructure for obtaining direct measuring information through cloud-based technologies.

As part of solving the problem, the author proposed a scheme for improving the FSIS «ARSHIN» system which includes: an algorithm for creating a uniform standard for the formation of systems for processing, storing and analyzing data of measuring instruments and reference materials; the creation of universal digital directories that allow describing measuring instruments for the formation of the scope of accreditation in the configurator of the Federal Accreditation Service; the creation of a unique identification number for the measuring instrument and reference material; the implementation of a secure mechanism for unique identification, verification and transmission of data on a measuring instrument based on blockchain technologies.

This scheme can be integrated into the FSIS «ARSHIN» and undergo trial operation without additional financial costs from the budget of the Russian Federation. This approach of gradually increasing the digital capabilities of the state, as well as ensuring safe work with large amounts of data, makes it possible for further digitalization and the prospect of developing a system for ensuring the uniformity of measurements in the Russian Federation.

Keywords: ARSHIN, identifier, Metrology 4.0, metrological cloud, digital metrology, digitalization, UIN MI, measuring instruments, reference materials, cloud-based technologies

Abbreviations used in the article: MI – measuring instrument; RM – reference material; UIN MI – unique identification number of a measuring instrument; UIN RM – unique identification number of a reference material; FIF EUM – Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements; FSIS «ARSHIN» – Federal State Information System «ARSHIN».

For citation: Popov A. A. Digitalization of Ensuring Metrological Traceability of Measuring Instruments and Reference Materials through Cloud-Based Technologies: Current State and Development Prospects. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2022;18(3):57-70. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-3-57-70> (In Russ.).

The article was submitted 16.08.2022; approved after reviewing 20.09.2022; accepted for publication 25.09.2022.

Введение

В жизнь современного человека все больше входит понятие «цифровая экономика»¹. Это хозяйственная деятельность, где ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг. В России обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере является одной из национальных целей развития, что отражено в указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Для этого определены следующие задачи:

– увеличение внутренних затрат на развитие цифровой экономики за счет всех источников (по доле в валовом внутреннем продукте) не менее чем в 3 раза по сравнению с 2017 г.;

– создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств;

– использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными местными самоуправлениями.

На сегодняшний день цифровая трансформация и внедрение цифровых технологий в промышленности уже никого не удивляет. Создание систем обработки больших данных в рамках четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) в части перехода на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени, – это то, что происходит прямо сейчас. Одним из компонентов этапа развития автоматизированного цифрового производства в промышленности является цифровая трансформация в области

¹ Цифровая экономика (веб-, интернет-экономика, электронная экономика) – экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях, связанная с электронным бизнесом и электронной коммерцией, и производимых и сбываемых ими цифровыми товарами и услугами.

обеспечения единства измерений или внедрение так называемой «Метрология 4.0»².

Метрология сегодня глубоко проникла во все области науки, техники, производства и жизни человека. Она обеспечивает точный контроль, достоверные измерения, лежащие в основе безопасности и качества продукции, услуг, работ и т. д. Появляются «умные» средства измерений, сложные измерительные системы, которые передают огромное количество данных. Требования к точности измерений становятся все жестче. Сейчас труд метролога под влиянием цифровизации и автоматизации из ручного превращается в «труд оператора». Такой труд во многом определяется и знанием о том, как проводятся измерения, и умением программировать. Обработка больших данных – это черта новой метрологии. При этом метрология должна идти на шаг вперед, предвосхищая растущие потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений. При всех очевидных плюсах внедрения цифровых систем и сервисов процесс их интеграции в жизнь связан с рядом сложностей, которые тормозят или блокируют их внедрение. К таким проблемам относятся, в частности, отсутствие единого API протоколов при обмене с базами данных, отсутствие единых стандартизованных справочников и т. д.

Целью данного исследования является обобщение информации о существующих иностранных и отечественных облачных решениях в области обеспечения единства измерений, выявление их недостатков и формулировка путей решения возникающих проблем с учетом условий современных технологий.

Перспективы облачных решений в метрологии

Использование облачных решений во многих отраслях промышленности уже стало стандартом. Облачные вычисления формируют новую парадигму применения информационно-коммуникационных технологий, способствующую повышению производительности и экономической эффективности предприятий различных отраслей. Такие решения позволяют оцифровывать физические процессы на предприятиях, проводить их анализ и математически прогнозировать развитие того или иного процесса.

В работе производственных предприятий используются промышленные облака (Industrial Cloud), что

позволяет подключать предприятия и промышленные активы к сетям, безопасно обмениваться конфиденциальными данными, объединять пользователей и оборудование всех цепочек поставок, обеспечивать необходимые ресурсы для анализа процессов и продуктов в реальном времени. Большое количество таких решений можно наблюдать в области роботизированных производств.

Деятельность в области метрологии имеет большие перспективы для развития цифровых сервисов, поскольку цель любого измерения – получение результата, который в большинстве случаев выражается в цифровом виде. Соответственно, логичным выглядит создания механизма обработки, накопления и анализа полученных значений.

С другой стороны, все измерения выполняются с применением конкретных СИ и СО. Соответственно, не вызывает сомнений, что обеспечение прослеживаемости измерений в цифровом пространстве без однозначной идентификации каждого экземпляра СИ или СО и создания для них единой цифровой инфраструктуры невозможно.

Анализ публикаций по теме облачных решений в области метрологии показал, что данное направление наиболее глубоко исследовано в Европе на базе Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, Германия) [1], в Индии [2] и в США [3]. Также в проекте по цифровым метрологическим облакам участвуют специалисты-метрологи из Бразилии, Японии и ряда других стран.

Формирование подходов к цифровой экономике в промышленности было заложено еще при официальном запуске проекта «Plattform Industry 4.0» – стратегического проекта Германии [4]. Данная платформа создана как механизм поддержки предпринимательства, инновационной деятельности, стандартизации и т. д. в рамках четвертой промышленной революции. Ее основная идея – не участвовать в коммерческой деятельности, а осуществлять поддержку в рекомендательной форме [5–9]. Ввиду своего рекомендательного характера данная тематика еще находится на раннем этапе развития и не содержит общих стандартов построения универсального метрологического облака.

В настоящее время Европейский подход к цифровизации в области обеспечения единства измерений выглядит так, как показано на рис. 1.

Основным недостатком применяемого *рекомендательного* характера построения европейского метрологического облака является крайне низкий темп развития проекта и внедрение его в практику европейских метрологических предприятий.

² Метрология 4.0 – комплексная платформа для полной автоматизации метрологических центров и реализации стратегии обеспечения единства измерений.



Рис. 1. Европейский подход к цифровизации в области обеспечения единства измерений [1]

Fig. 1. The European approach to digitalization in the sphere of ensuring the uniformity of measurements [1]

По аналогии с Германией в 2014 году в США создан Консорциум промышленного Интернета (Industrial Internet Consortium, IIC). В отличие от немецкой платформы американский консорциум был основан крупнейшими корпорациями США [10, 11, 12, 13] учетом философии построения государства и развитой системы лоббирования. Исходная идея создания Консорциума заключается в объединении предприятий и технологий, необходимых для ускорения роста промышленности, распространения и применения передового опыта. Основными целями Консорциума являются [14].

1. Стимулирование инноваций путем создания новых областей применения в промышленности.
2. Определение и разработка структуры, необходимой для взаимодействия участников сообщества.
3. Воздействие на процесс разработки глобальных стандартов для интернета и промышленных систем.
4. Содействие открытым форумам для обмена идеями, практикой, уроками и пониманием реального мира.
5. Укрепление доверия к новым инновационным подходам в области безопасности.

Несмотря на большое количество разработок в области промышленного интернета и интернет-вещей, метрологические проекты (за исключением Германии и Европейского метрологического облака) находятся в зачаточном состоянии.

На основании проведенного анализа публикаций установлено, что до настоящего момента ни в одной стране мира нет системного решения и общего стандарта для построения метрологического облака.

Анализ текущей ситуации в части метрологических цифровых сервисов в Российской Федерации

В соответствии со ст. 20 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» организован Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФГИС «АРШИН»³), который содержит в том числе сведения о государственных эталонах единиц величин, сведения об утвержденных типах стандартных образцов или типах средств измерений, сведения о результатах поверки средств измерений.

Несмотря на то что использование ФГИС «АРШИН» регламентировано Федеральным законом, он не обладает исчерпывающим функционалом для организации метрологической деятельности предприятия и имеет ряд ограничений, не позволяющих перейти на новый этап цифровизации. К основным недостаткам ФГИС «АРШИН» можно отнести: недостаточное расширение

³ ФГИС «Аршин» – это государственный реестр средств измерений, используемый Росстандартом для обеспечения единства измерений в сфере метрологии.

охвата средств измерений, невозможность автоматической обработки информации о средствах измерений, а также отсутствие инфраструктуры получения непосредственной измерительной информации через облачные технологии.

В частности, во ФГИС «АРШИН» содержатся сведения только о СИ и СО, которые прошли испытания в целях утверждения типа. Это исключает возможность ведения реестра СИ и СО неутвержденного типа (даже в добровольном порядке).

Во ФГИС «АРШИН» отсутствуют поля для регистрации УИН СИ и УИН СО. Уникальный идентификатор необходим для однозначной идентификации СИ и СО и дальнейшей обработки информации.

Еще одной глобальной проблемой развития цифровизации является отсутствие однозначного классификатора СИ и СО, группировки их по видам измерений и т. п., в результате чего СИ и СО схожего наименования могут использоваться для получения результатов измерений разных физических величин и прослеживаться к разным эталонам (например, калибраторы электрических сигналов).

В результате отсутствия такого классификатора и параметрического справочника СИ и СО ФГИС «АРШИН» не позволяет выбрать данные по конкретной задаче параметров для СИ. Например, невыполнимой в настоящее время является выборка типов манометров технических, пригодных для работы на кислороде в диапазоне от 0 до 16 Мпа, или выборка СО состава биохимического анализа в крови для молярной концентрации глюкозы от 2,5 до 8,0 ммоль/л.

Таким образом, ФГИС «АРШИН» имеет ряд ограничений: исключены возможности ведения реестра СИ и СО неутвержденного типа; отсутствие поля для регистрации УИН СИ и УИН СО; отсутствие однозначного классификатора СИ и СО, а также группировка их по видам измерений создает проблемы по выстраиванию автоматических цепочек метрологической прослеживаемости от СИ или СО к единице измерения Международной системы единиц. Данный аспект не позволяет осуществить переход на новый этап цифровизации в области обеспечения единства измерений, поскольку метрологические цепи не могут быть построены автоматически.

Стоит отметить, что требование к ФГИС «АРШИН» закреплены законодательно, равно как и требование к передаче информации о ряде СИ. Это обстоятельство создает превосходный фундамент для дальнейшего развития облачного сервиса в области метрологии, тем более что опыт эксплуатации ФГИС «АРШИН» показал

его надежность и функциональность. Очевидно, что при построении глобального метрологического облака целесообразно обеспечить его связь с Федеральным информационным фондом по обеспечению единства измерений (ФГИС «АРШИН»).

Проблемы однозначной идентификации объектов в цифровом пространстве

Ни одна цифровая модель не учитывает многообразия параметров реального мира. Например, для ФГИС «АРШИН» или другой информационной системы два СИ с одним и тем же регистрационным номером – это два объекта, которые отличаются лишь заводскими номерами или номерами партий. В то же время в реальном мире это два совершенно разных объекта, которые отличаются цветом, размером, износом корпуса (царапинами) и т. п.

Кроме того, в различных системах один и тот же объект может иметь различные идентификаторы. Например, один и тот же манометр может иметь заводской номер (по которому он идентифицируется во ФГИС «АРШИН») и инвентарный номер (по которому он идентифицируется в бухгалтерской программе предприятия-владельца).

Таким образом, нужна многофакторная модель, которая позволит в цифровом пространстве однозначно идентифицировать различные физические объекты [15–17]. Кроме этого, необходимо предусмотреть возможность передачи данных из одной базы данных в другую с сохранением возможности однозначной идентификации объекта.

В соответствии с международными рекомендациями сектора стандартизации электросвязи ITU-T Rec.X.1255 общепринятая структура данных состоит из одного или нескольких элементов, благодаря которым обеспечивается функциональная совместимость (интероперабельность) информационных систем в интернете. Для управления цифровыми объектами используются три архитектурных компонента. Каждый из компонентов может использоваться самостоятельно, но в комбинации они обеспечивают распределенную и масштабируемую систему управления информацией в интернете. Эти компоненты таковы:

- а) масштабируемая и распределенная система идентификаторов и резолюции цифровых объектов;
- б) репозитории доступа и управления цифровыми объектами;
- в) реестры для поиска и обнаружения объектов.

Ввиду отсутствия единого реестра СИ и СО (вне зависимости от применения их в сфере государственно-го регулирования) развитие цифровизации затруднено.

Еще одной проблемой является разрозненность справочников и баз данных. Так, в соответствии с приказом Минэкономразвития России от 24.10.2020 № 704 «Об утверждении Положения о составе сведений о результатах деятельности аккредитованных лиц, об изменениях состава их работников и о компетентности этих работников, об изменениях технической оснащенности, представляемых аккредитованными лицами в Федеральную службу по аккредитации, порядке и сроках представления аккредитованными лицами таких сведений в Федеральную службу по аккредитации: приказ Министерства экономического развития Российской Федерации» лица, аккредитованные на право проведения аттестации методик измерений, метрологической экспертизы, испытаний и калибровки средств измерений, должны передавать во ФГИС Росаккредитации все результаты работы в сканированном виде, не подлежащем автоматической машинной обработке. При этом в соответствии с требованиями Федерального закона 26.06. 2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» данные сведения (за исключением результатов калибровки) должны передаваться в ФГИС «АРШИН» в установленные сроки. Объем данных и сроки передачи установлены Приказом Минпромторга от 28.08.2020 № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений: приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации».

Соответственно, одним из ключевых факторов развития цифровизации метрологической деятельности станет создание единого стандарта для формирования систем обработки, хранения и анализа данных СИ и СО, создание центрального справочника на базе ФГИС «АРШИН» и его дополнением различными цифровыми сервисами, в том числе однозначным справочником видов измерений и групп СИ для формирования области аккредитации в конфигураторе Федеральной службы по аккредитации.

Проект Metrology Cloud и формирование подходов к построению универсального идентификатора

В настоящее время в инициативном порядке группой компаний Metrology.Net (Россия) создан проект Metrology Cloud. Проект объединяет компании, занимающиеся созданием, обслуживанием, поддержкой IT-проектов по метрологии, оказывающие услуги

ИТ-консалтинга, и строится на партнерстве между государством (отвечающим за обеспечение единства измерений в стране) и коммерческими структурами (которые являются фактическими владельцами СИ).

Данный эксперимент по созданию и развитию кросс-отраслевого цифрового взаимодействия, информационных систем и их компонентов посредством единой цифровой метрологической платформы Metrology-Cloud.RU⁴ позволит продемонстрировать возможности универсального облачного сервиса на малом объеме данных, протестировать возможность его масштабирования и получить рабочее решение.

Платформа Metrology-Cloud.RU позволила реализовать прототип облачного сервиса импортозамещения СИ на основе интеллектуального инновационного поиска и подбора СИ отечественного производства аналогичным импортным по характеристикам.

Схема работы Metrology-Cloud.RU представлена на рис. 2.

Подобная схема объединяет всех участников метрологического обеспечения – от производителей и владельцев средств измерений до государственных органов и структур.

Очевидные экономические выгоды для участников, усиленные присутствием государственных интересов, дают основание полагать, что представленная схема будет гораздо более устойчива и получит скорейшее развитие.

Технологии подходов к формированию уникального идентификатора средств измерений и стандартных образцов

Одним из важнейших направлений стандартизации является разработка стандартов в области представления и обмена информацией в сети интернет. Однако без обеспечения информационной совместимости практически невозможно информационное взаимодействие между многочисленными участниками процесса сбора, обработки и представления пользователям данных о различных объектах. Требования по обеспечению информационной совместимости, обязательные для соблюдения государственными органами управления и субъектами хозяйственной деятельности, уста-

⁴ Metrology Cloud – система облачных сервисов в области обеспечения единства измерений (ОЕИ), предназначена для поиска, тестирования, разработки и интеграция лучших междотраслевых цифровых решений в сфере (ОЕИ), с целью создания инфраструктуры по объединению и автоматизации бизнес-процессов, сбора, визуализации и обмена данными о производителях, пользователях и метрологическом обеспечении средств измерений.

Схема Metrology Cloud

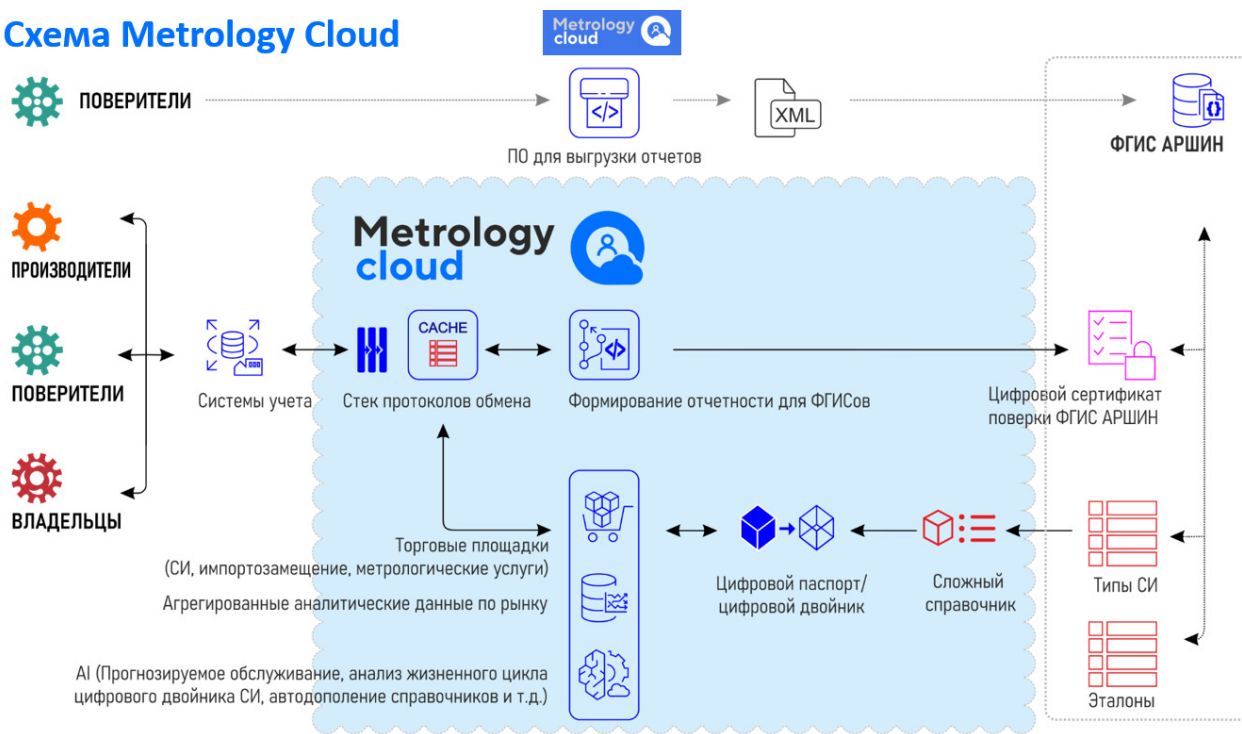


Рис. 2. Принцип работы платформы Metrology-Cloud.RU

Fig. 2. The operating principle of the Platform

навливают государственные стандарты. Обеспечение информационной совместимости требует разработки единых методов идентификации объектов [18].

По итогам анализа пользовательских и бизнес-практик в рамках проекта Metrology Cloud были сформированы основные требования к технологиям идентификации СИ и СО для обеспечения их прослеживаемости к государственным первичным эталонам в условиях развития цифровизации.

Каждая сущность СИ и СО, которую необходимо распознавать в цифровых сетях, должна иметь хотя бы один публичный или совместно используемый идентификатор. Публичный идентификатор необязательно должен быть человекочитаемым, он должен быть доступен через сеть; соответственно, этот идентификатор должен быть цифровым. Идентификаторы должны обнаруживаться (быть разрешимыми). Разрешимый идентификатор в цифровой сети позволяет системе найти идентифицируемый объект или информацию о нем (т. е. метаданные). При этом необходимо обеспечить поддержку сети Интернет (либо другой глобальной сети) и совместимость с URI как основным форматом взаимодействия.

Синтаксис URI позволяет включать существующие стандарты идентификаторов, сохраняя уникальность

и разрешимость. Идентификаторы должны отвечать на множественные запросы.

Подобные качества, в частности, позволяют обеспечить совместимость открытых систем и устаревших систем идентификации. Однако необходимо учитывать, что для эффективной работы в таких системах с разнородными объектами необходимо формировать стандартизированные словари для описания метаданных этих объектов.

Следующий момент, который должен учитываться при разработке УИН СИ и УИН СО,— это возможность обеспечения различных уровней доступа, поскольку область использования тех или иных средств измерений может являться закрытой информацией и не подлежать разглашению или распространению. Соответственно, регистрация идентификаторов должна проходить под контролем доверенных центров с обозначенными политиками безопасности, использования и доступа. Эти центры должны быть устойчивыми к киберугрозам и хакерским атакам.

В системе идентификации должна существовать достаточная поддержка описательных данных и данных о владении объектом в метаданных. Иными словами, система данных должна обладать достаточной информационной емкостью для предотвращения конфликтов

владения объектами, и она должна обеспечивать возможность разрешения споров с помощью арбитра. При этом существование распределенных механизмов доверия критически важно для функционирования системы и предотвращения дублирования или конфликтов идентификаторов (например, однородные СИ (с одинаковыми заводскими номерами), которые выпущены разными производителями). Этот критерий необходимо учитывать при дальнейшей работе по созданию иерархических облачных реестров и стандартизованных справочников.

В целях обеспечения безопасности, владение метаданными должно быть отделено от объекта. Система должна предоставлять гибкие возможности по администрированию сведений об объектах.

Одним из ключевых условий стандартизации идентификатора является отсутствие в нем динамических элементов или метаданных.

Опираясь на предварительные решения Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Германия), мы считаем, что уникальный идентификатор СИ (IDs) должен строиться на иерархическом справочнике. Рекомендуемая форма идентификатора PTB может представляться в виде: `manufacturer_id-device_type_id-device_serial`,

где `manufacturer_id` – идентификатор производителя;
`device_type_id` – идентификатор типа СИ;
`device_serial` – серийный (заводской) номер СИ.

До настоящего времени окончательное решение по стандартизации УИН СИ и СО в рамках всего Европейского метрологического облака не принято.

Уникальный идентификационный номер средств измерений и стандартных образцов

Создание уникального идентификационного номера СИ и СО является одной из приоритетных задач цифровой трансформации в области обеспечения единства измерений, поскольку это служит фундаментом построения всей остальной архитектуры системы.

В опоре на требования нормативных документов в части цифровой аутентификации и идентификации объектов можно сформулировать задачи, необходимые для успешной реализации проекта. К таким задачам относятся:

- системы идентификации должны отвечать на множественные запросы;
- для работы с идентификаторами необходимо реализовать различные уровни доступа;
- база, содержащая данные, должна быть отделена от самого объекта идентификации;

– идентификаторы не должны содержать динамические элементы или метаданные.

Рассмотрим данные критерии более широко.

С учетом опыта разработки таких идентификаторов в других странах, а также особенностей работы российских специалистов в области обеспечения единства измерений целесообразно делать идентификатор в виде последовательности чисел, разделенных спецсимволом (например, точкой или знаком нижнего подчеркивания) на группы. Российские метрологи достаточно легко идентифицируют физический объект по его цифровому обозначению. Реализация такого подхода позволит в автоматическом режиме производить обработку, хранение и анализ больших массивов данных. Кроме того, такой идентификатор естественным образом будет восприниматься человеком и идентифицировать объект с той или иной группой. Например, из кода по МИ 2314–2006 «ГСИ. Кодификатор групп средств измерений» специалист-метролог легко может идентифицировать средство измерений из группы 30M0520 как манометр технический.

Таким образом, исходный вариант УИН должен включать в себя следующие компоненты:

- 1) вид оборудования (средство измерений или стандартный образец);
- 2) ИНН производителя или организации, которая провела испытания в целях утверждения типа СИ;
- 3) вид измерений;
- 4) подгруппа измерений;
- 5) регистрационный номер государственного первичного эталона, к которому прослеживается СИ или СО. В случае если СИ или СО прослеживаются к первичной референтной методике измерений, то в данном поле указывается значение «0»;

порядковый номер, присваиваемый ГНМИ или ГРЦМ (выдается на основании запроса в ФГИС «АРШИН»).

Порядковый номер средств измерений и стандартных образцов

Отдельного внимания заслуживает раздел с порядковым номером СИ и СО. Поскольку в настоящий момент в РФ отсутствует единая система маркировки и идентификации средств измерений и стандартных образцов, каждый производитель самостоятельно устанавливает заводской или серийный номер. При наличии централизованной системы идентификации через ФГИС «АРШИН» посредством ГНМИ или ГРЦМ реализуется возможность создать механизм «цифровой реписи» СИ и СО.

Рабочая версия таких УИН СИ может быть представлена в виде последовательности информационных блоков, которые представлены в следующих примерах.

Порядковый номер уникального идентификационного номера средств измерений

В качестве примера создания порядкового номера УИН СИ предлагается рассмотреть идентификацию манометра показывающего МПА-Кс (номер в госреестре 50119–12). В соответствии с предлагаемым алгоритмом построения УИН СИ будет представлен в следующем виде (см. табл. 1).

Итоговый УИН СИ манометра показывающего МПА-Кс будет выглядеть следующим образом:

1.7021000501.30.0520.43–2002.0000000001

Порядковый номер уникального идентификационного номера стандартного образца

Присвоение УИН СО может быть выполнено аналогичным присвоению УИН СИ образом.

В качестве примера предлагается рассмотреть идентификацию стандартного образца утвержденного типа ГСО 11750–2021 Стандартный образец состава искусственной газовой смеси в азоте (N₂-H-0).

В соответствии с предлагаемым алгоритмом построения УИН СО будет представлен в следующем виде (см. табл. 2).

Итоговый порядковый номер УИН ГСО 11750–2021 будет выглядеть следующим образом:

0.6609009040.31.3160.154–2019.0000000001

Такая идентификация не подменяет наименование, тип и модификацию оборудования, а лишь дополняет данные параметры, создавая возможность однозначной идентификации оборудования в цифровой среде.

Обсуждение

Создание цифрового метрологического облака подразумевает работу по следующим этапам.

1. Создание стандарта на цифровое описание типа СИ и СО.

Таблица 1. Порядковый номер уникального идентификационного номера средств измерений, на примере манометра показывающего МПА-Кс (номер в госреестре 50119–12)

Table 1. The serial number of the unique identification number of measuring instruments on the example of a pressure gauge MPA-Ks (№ 50119–12 in the State Register)

Вид оборудования	ИНН производителя	Вид измерений	Группа измерений	ГЭТ	Порядковая часть номера, который присваивается ФГИС «АРШИН»
СИ	ОАО «Манотомь»	Давление	Манометры	ГПЭ единицы избыточного давления в диапазоне статического давления	Порядковый номер, присваиваемый ГНМИ или ГРЦМ
1	7021000501	30	0520	43	0000000001

Таблица 2. Порядковый номер уникального идентификационного номера стандартного образца, на примере ГСО 11750–2021 Стандартный образец состава искусственной газовой смеси в азоте (N₂-H-0)

Table 2. The serial number of the unique identification number of the reference material on the example of GSO 11750–2021 Reference material for the composition of the artificial gas mixture in nitrogen (N₂-H-0)

Вид оборудования	ИНН производителя	Вид измерений	Группа измерений	ГЭТ	Порядковая часть номера, который присваивается ФГИС «АРШИН»
СО	ООО «ПГС-сервис»	Физико-химические измерения	Измерения содержания компонентов в газовых средах	ГЭТ молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах	Порядковый номер, присваиваемый ГНМИ или ГРЦМ
0	6609009040	31	3160	154	0000000001

2. Создание универсальных цифровых справочников, позволяющих описывать средства измерений в метрологическом облаке.

3. Разработка УИН СИ и УИН СО и стандартов их синтаксиса и применения.

4. Разработка защищенного механизма однозначной идентификации, верификации и передачи данных о СИ и СО на основе блокчейн-технологий.

Итоговое Метрологическое облако должно представлять собой целостную систему, которая включает:

- общий реестр СИ и СО;
- сведения о СИ и СО (описания типа);
- справочники характеристик, позволяющих однозначно описать СИ;
- калибровочные характеристики;
- алгоритмы обработки измерительной информации;
- информацию о «цифровых двойниках» СИ;
- «умные сервисы», позволяющие находить новые сферы применения измерительной информации;
- сведения о производителях и владельцах СИ и СО.

Необходимо также учитывать проблему внедрения метрологического облака для ускорения цифровой трансформации в области обеспечения единства измерений. Если исходить из теории перспектив, разработанной Daniel Kahneman и Amos Tversky's [19, 20], субъективизм людей будет тормозить внедрение цифровых сервисов, поскольку люди склонны переоценивать низкие вероятности возникновения альтернатив (существование с имеющейся моделью метрологического обеспечения) и недооценивать высокие вероятности (реальная потребность предприятий в цифровизации метрологических и технических процессов). Отталкиваясь от эмпирических наблюдений и свидетельств (чувственное познание), данная теория описывает, как индивид оценивает потери и выигрыши.

Таким образом, к появлению и внедрению метрологического облака должны предшествовать соответствующие мотивационные действия, включающие предварительные расчеты выгоды и потерь для бизнес-сообществ. Привлечение владельцев и пользователей СИ и СО к использованию облачных технологий должно обеспечить преодоление инертности сознания использования бумажных журналов, а также базовых офисных программ учета используемого метрологического оборудования. Облачные сервисы должны обеспечить упрощенный ввод при высоком уровне надежности хранения и обработки данных как о СИ и СО, так и измерительной информации. Без

создания таких очевидных выгод владельцы и пользователи СИ и СО предпочтут использование традиционных инструментов.

Выводы

Представленное исследование показывает, что российское метрологическое облако, по сравнению с европейским, обладает одним важным преимуществом. На сегодняшний день в РФ функционирует портал Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФГИС «АРШИН»). ФИФ ОЕИ образуют: 1) нормативные правовые акты РФ, нормативные документы, информационные базы данных, международные документы, международные договоры РФ в области обеспечения единства измерений; 2) сведения об аттестованных методиках (методах) измерений; 3) единый перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений; 4) сведения о государственных эталонах единиц величин; 5) сведения об утвержденных типах стандартных образцов или типах средств измерений; 6) сведения о результатах поверки средств измерений. Данная цифровая метрологическая система уже существует, опробована в работе, является глобальной. Самое важное ее преимущество по отношению к европейским метрологическим системам в том, что работа российской метрологической системы регламентирована Федеральным законом № 102-ФЗ, а не носит рекомендательный характер. Но тем не менее ФГИС «АРШИН» имеет ряд ограничений: исключены возможности ведения реестра СИ и СО неутвержденного типа; отсутствие поля для регистрации УИН СИ и УИН СО; отсутствие однозначного классификатора СИ и СО, а также группировка их по видам измерений создает проблемы по выстраиванию автоматических цепочек метрологической прослеживаемости от СИ или СО к единице измерения Международной системы единиц. Данный аспект не позволяет осуществить переход на новый этап цифровизации в области обеспечения единства измерений, поскольку метрологические цепи не могут быть построены автоматически. Обработка больших данных – это черта новой метрологии. При этом метрология должна идти на шаг вперед, предвосхищая растущие потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений. Поэтому современные системы цифровой экономики требуют от метрологии дальнейшего развития.

Уже сегодня невозможно отрицать факт нарастания количества СИ, подключаемых к глобальной сети

интернет и создающих уже так называемый интернет вещей (Internet of Things). Отказ от развития цифровых метрологических систем приведет к отставанию российской метрологии от европейской, что в конечном итоге создаст непреодолимый барьер в развитии отечественной измерительной техники.

Для решения поставленной задачи автором предложена схема улучшения ФГИС «АРШИН», которая включает: алгоритм создания единого стандарта для формирования систем обработки, хранения и анализа данных средств измерений и стандартных образцов; создание универсальных цифровых справочников, позволяющих описывать средства измерений, в том числе для формирования области аккредитации в конфигураторе Федеральной службы по аккредитации; разработку уникального идентификационного номера для средства измерений и стандартного образца; разработку защищенного механизма однозначной идентификации, верификации и передачи данных о средстве измерений на основе блокчейн-технологий. Использование уникального идентификатора, содержащего информацию о физическом объекте СИ или СО с привязкой к справочникам по видам измерений и производителям позволяет заложить фундамент дальнейшей цифровизации, вовлекая в нее даже измерения вне сферы государственного регулирования.

Интегрированная схема во ФГИС «АРШИН» может пройти опытную эксплуатацию без дополнительных

финансовых затрат со стороны бюджета РФ. Такой подход постепенного наращивания цифровых возможностей государства, а также обеспечение безопасной работы с большими объемами данных дает возможность дальнейшей цифровой трансформации и перспективой развития системы обеспечения единства измерений в РФ.

Благодарности: Автор выражает благодарность генеральному директору ООО «МетролоджиНет» Ирине Сергеевне Родионовой за советы и ценные рекомендации. Также автор глубоко признателен руководителю испытательной лаборатории программного обеспечения ФГБУ «ВНИИМС» к. техн. наук Панькову Андрею Николаевичу за идеи, вдохновение и предоставленные материалы.

Acknowledgments: The author expresses his gratitude to Irina Sergeevna Rodionova, General Director of MetrologyNet LLC, for advice and valuable recommendations. The author also expresses his deep appreciation to Pankov Andrey Nikolaevich, Cand. Sci. (Eng.), Head of the software testing laboratory, Federal State Budgetary Institution «VNIIMS», for ideas, inspiration and provided materials.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interests.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. The European Metrology cloud / F. Thiel [et al.] // 18th International Congress of Metrology. 2017. P. 09001. <https://doi.org/10.1051/metrology/201709001>
2. Significance and implications of digital transformation in metrology in India / N. Garg [et al.] // Measurement: Sensors. 2021. Vol. 18. P. 100248. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2021.100248>
3. Digital twins and cyber–physical systems toward smart manufacturing and Industry 4.0: Correlation and Comparison / F. Tao [et al.] // Engineering. 2019. Vol. 5, № 4. P. 653–661. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.01.014>
4. de Groot P. J., Schmidt M. Metrology & Industry 4.0. PhotonicsViews. 2021. Vol. 18. P. 73–75. <https://doi.org/10.1002/phvs.202100053>
5. Thiel F. Digital transformation of legal metrology – The European Metrology Cloud // OIML Bulletin. 2018. Vol. LIX. no. 1. P. 10–21.
6. Всемирный обзор реализации концепции Индустрия 4.0 за 2016 год. М.: PwC, 2016. С. 12. URL: https://решение-верное.pw/sites/default/files/global_industry-2016_rus.pdf
7. Jay Lee, Hung-An, Kao ShanhuYang. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment // Procedia CIRP. 2014. Vol. 16. P. 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
8. Sinitsyn A. A. Features of the information-analytical system application for estimation the support areas for creation of the results of the intellectual activity of the research and educational institutions // Biotechnology Research Asia. 2014. Vol. 11 № 3. P. 1807–1813.
9. A digital quality infrastructure for Europe: The European metrology cloud / F. Thiel [et al.] // Fachorgan für Wirtschaft und Wissenschaft, Amts- und Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig und Berlin. 2017. Vol. 127, no. 4. P. 83–97.
10. Stéphane Itasse. USA: Industry 4.0 the American Way <https://www.process-worldwide.com/usa-industry-40-the-american-way-a-536602/>
11. Hermann M., Pentek T., Otto B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review. Dortmund, Germany: Technische Universität Dortmund, 2015. 16 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29269.22248>

12. Grieves M., Vickers J. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems (Excerpt). 2016. 7 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26367.61609>
13. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication
14. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective // *International Journal of Information and Communication Engineering*. 2014. Vol. 8, № 1. P. 37–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1336426>
15. Юдина М. А. Индустрия 4.0: Перспективы и вызовы для общества // Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 60. С. 197–215.
16. Подвойский Г. Л. Роль новых технологий в экономике XXI века // Мир новой экономики. 2016. № 4. С. 6–15.
17. Ястреб Н. А. Индустрия 4.0: Киберфизические системы и интернет вещей // Человек в технической среде: сборник научных статей. Вологда: Вологодский государственный университет, 2015. С. 136–141.
18. Берновский Ю. Н. Основные методы идентификации объектов // Стандарты и качество. 2000. [сайт]. URL: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=5817>
19. Иванов Р. Н., Попов А. А. Постановка задачи путей интеграции современных облачных сервисов с концепцией цифровизации и Индустрии 4.0 // Мир измерений. 2020. № 3. С. 36–41.
20. Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risk // *Econometrica*. 1979. Vol 47. № 2. P. 263–291. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803475.003>

REFERENCE

1. Esche M., Toro F. G., Oppermann A., Wetzlich J., Peters D. The European metrology cloud. In: *18th International Congress of Metrology*. 2017;09001. <https://doi.org/10.1051/metrology/201709001>
2. Garg N., Rab S., Varshney A., Jaiswal S. K., Yadav S. Significance and implications of digital transformation in metrology in India. *Measurement: Sensors*. 2021;18:100248. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2021.100248>
3. Tao F., Qi Q., Wang L., Nee A. Y.C. Digital twins and cyber-physical systems toward smart manufacturing and Industry 4.0: Correlation and Comparison. *Engineering*. 2019;5(4): 653–661. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.01.014>
4. de Groot P. J., Schmidt M. Metrology & Industry 4.0. *PhotonicsViews*. 2021;18:73–75. <https://doi.org/10.1002/phvs.202100053>
5. Thiel F. Digital transformation of legal metrology – The European Metrology Cloud. *OIML Bulletin*. 2018; LIX(1):10–21.
6. Industry 4.0: Building the digital enterprise: 2016 Global Industry 4.0 Survey. Moscow: PwC; 2016. 12 p. Available from: https://pe-шение-верное.pdf/sites/default/files/global_industry-2016_rus.pdf. (In Russ.).
7. Jay Lee, Hung-An, Kao ShanhuYang. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*. 2014;16:3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
8. Sinitsyn A. A. Features of the information-analytical system application for estimation the support areas for creation of the results of the intellectual activity of the research and educational institutions. *Biotechnology Research Asia*. 2014;11(3):1807–1813.
9. Thiel F., Esche M., Grasso Toro F., Peters D., Oppermann A., Wetzlich J. [et al.]. A digital quality infrastructure for Europe: The European metrology cloud. *Fachorgan für Wirtschaft und Wissenschaft, Amts- und Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig und Berlin*. 2017;127(4):83–97.
10. Stéphane Itasse. USA: Industry 4.0 the American way <https://www.process-worldwide.com/usa-industry-40-the-american-way-a-536602/>
11. Hermann M., Pentek T., Otto B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios: A literature review. Dortmund, Germany: Technische Universität Dortmund, 2015. 16 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29269.22248>
12. Grieves M., Vickers J. Digital Twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems (excerpt). 2016. 7 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26367.61609>
13. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication
14. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Information and Communication Engineering*. 2014;8(1):37–44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1336426>
15. Yudina M. A. Industry 4.0: Opportunities and Challenges. *E-journal public administration*. 2017;60:197–215. (In Russ.).
16. Podvoisky G. L. Role of new technologies in economy of the 21st century. The world of new economy. 2016;(4):6–15. (In Russ.).
17. Jastrebn N. A. Industry 4.0: Cyber-physical systems and the internet of things. In: *Man in the technical environment: a collection of scientific articles*. Vologda: Vologda State University; 2015. p. 136–141.
18. Bernovskij Ju. N. Basic methods of object identification. *Standards and Quality*. Available from: <https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=5817>
19. Ivanov R. N., Popov A. A. Setting tasks for the integration of modern cloud services with the digitization concept and industry 4.0. *Mir izmerenij*. 2020;3:36–41. (In Russ.).
20. Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risk // *Econometrica*. 1979. Vol 47. № 2. P. 263–291. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803475.003>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Создание действующих прототипов изделий высокой сложности – ключевая задача новой экономики. Интервью с Владимиром Пирожковым, президентом Центра промышленного дизайна и инноваций «АстраРосса Дизайн» // WebEconomy.ru [сайт]. URL: <https://webecconomy.ru/index.php?page=cat&cat=mc&mc=208&type=news&p=1&newsid=2685> (дата обращения: 09.09.2022).

The industrial internet Consortium is a global not-for-profit partnership of industry, government and academia // Industrial internet consortium [website]. URL: <http://www.iiconsortium.org/about-us.htm> (дата обращения: 09.09.2022).

МИ 2314–2006 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Кодификатор групп средств измерений / разработано ФГУП «ВНИИМС». Москва: ВНИИМС, 2006. 190 с. Текст : непосредственный

О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 // Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. URL: Дата опубликования: 07.05.2018. Номер опубликования: 0001201805070038.

Об обеспечении единства измерений: Федер. закон Рос. Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 11 июня 2008 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 июня 2008 г. (в редакции от 11 июня 2021 г. № 170-ФЗ) // Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102122832> (дата обращения: 09.09.2022).

Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений: приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 28.08.2020 № 2906 (в редакции от 13 января 2022 года) // Официальный интернет-портал правовой информации. Дата опубликования: 22.10.2020. Номер опубликования: 0001202010220032.

ITU-T Rec.X.1255 (09/2013) Структура обнаружения информации по управлению определением идентичности // Серия X: Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность. Безопасность киберпространства – Управление определением идентичности. [сайт]. Geneva, Switzerland, International Telecommunication Union. 1988. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.1255-201309-I> (дата обращения: 09.09.2022).

Об утверждении Положения о составе сведений о результатах деятельности аккредитованных лиц, об изменениях состава их работников и о компетентности этих работников, об изменениях технической оснащенности, представляемых аккредитованными лицами в Федеральную службу по аккредитации, порядке и сроках представления аккредитованными лицами таких сведений в Федеральную службу по аккредитации: приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 24.10.2020 № 704 // Официальный интернет-портал правовой информации. Дата опубликования: 16.11.2020. Номер опубликования: 0001202011160040.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Попов Алексей Анатольевич – канд. техн. наук, начальник отдела метрологического обеспечения и стандартизации ФБУ «Омский ЦСМ»; доцент кафедры Нефтегазовое дело, стандартизация и метрология ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет». Россия, 644116, г. Омск, ул. 24-я Северная, д. 117-А e-mail: omskmetr@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksey A. Popov – Cand. Sci. (Eng.), Head of the Department of metrological support and standardization, FBU «Omsk CSM»; Associate Professor at the Department of Oil and Gas Business, Standardization and Metrology, Omsk State Technical University. 117-A 24th Severnaya St., Omsk, 644116, Russia e-mail: omskmetr@mail.ru