

вопросы машиноведения: сб. науч. тр. – 2024. – Вып. 13. – С. 293–296.

3. Сандомирский, С. Г. Связь внутреннего коэффициента размагничивания ферромагнитного материала с параметрами предельной петли магнитного гистерезиса: применение в магнитной структурографии / С. Г. Сандомирский // Измерительная техника. – 2025. – Т. 74, № 1. – С. 104–112.

4. Способ определения внутреннего коэффициента размагничивания ферромагнитного материала: пат. 24437 Респ. Беларусь, МПК G01R 33/12 / С. Г. Сандомирский; заявл. 24.07.2023; опубл. 01.11.2024 // Афишны бюлетэнь. – 2024. – № 6.

5. Магнитные измерения / Е. Т. Чернышев [и др.]. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 248 с.

6. Сандомирский, С. Г. Повышение структурной чувствительности остаточной намагниченности и коэрцитивной силы сталей / С. Г. Сандомирский // Дефектоскопия. – 2023. – № 8. – С. 62–64.

7. Мастяева, И. Н. Численные методы: учеб. пособие / И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. – М.: Московский международный институт эконометрии, информатики, финансов и права, 2004. – 103 с.

8. Бида, Г. В. Магнитные свойства термообработанных сталей / Г. В. Бида, А. П. Ничипурук. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 218 с.

УДК 681

## ИНТЕГРАЦИЯ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Селятыцкий А. А., Гомма М. А.

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются современные вызовы и перспективы интеграции информационных технологий в процессы обеспечения единства измерений. Особое внимание уделяется применению интернета вещей (IoT), больших данных, искусственного интеллекта (ИИ) и блокчейна для создания эффективной, прозрачной и автоматизированной системы метрологической прослеживаемости.

**Ключевые слова:** метрологическая прослеживаемость, интернета вещей, искусственный интеллект, блокчейн, информационный портал.

## INTEGRATION OF IT-TECHNOLOGY RELIGIONS IN THE PROCESS OF ENSURING METROLOGICAL TRACEABILITY OF MEASURING INSTRUMENTS

Seliatytski A. A., Homma M. A.

*Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

**Abstract.** This article examines the current challenges and prospects of integrating information technology into the processes of ensuring the uniformity of measurements. Special attention is paid to the use of the Internet of Things (IoT), big data, artificial intelligence (AI) and blockchain to create an efficient, transparent and automated metrological traceability system.

**Keywords:** metrological traceability, internet of things, artificial intelligence, blockchain, information portal.

*Адрес для переписки: Селятыцкий А. А., пр. Независимости, 168/3, г. Минск 220141, Республика Беларусь e-mail: sefthu.by@gmail.com*

В современном мире ИТ-технологии стали неотъемлемой составляющей всех отраслей производства и услуг. Особую значимость приобретает интернет вещей (IoT), который представляет собой сеть взаимосвязанных физических устройств, оснащенных датчиками и программным обеспечением. С бурным развитием технологии IoT количество измерительных сенсоров исчисляется уже миллиардами.

Эти устройства способны считывать, генерировать и передавать колоссальные массивы больших данных (Big Data), которые используются для оптимизации производства, прогнозирования нагрузок, удаленного мониторинга и оказания интеллектуальных услуг. Однако, несмотря на огромный потенциал, доверие к этим данным остается на критически низком уровне. Основная из причин – это техническая и экономическая невозможность обеспечения метрологической прослеживаемости для каждого отдельного сенсора в общей системе.

Эффективным решением этой проблемы является разработка и внедрение специализированных

программных протоколов и цифровых платформ, позволяющих автоматизировать процессы поверки, калибровки и установления прослеживаемости.

В Республике Беларусь, как и во многих других странах, проводится единая государственная политика, направленная на обеспечение единства измерений, в частности, на поддержание метрологической прослеживаемости средств измерений (СИ). Это требование распространяется на все СИ, используемые в промышленности, здравоохранении, торговле, энергетике, и других сферах, влияющих на качество жизни и безопасность граждан.

Традиционно метрологическая прослеживаемость представляет собой иерархическую цепочку передачи размеров единиц величин – от международных и национальных эталонов к рабочим средствам измерений через поверку и калибровку.

На законодательном уровне любое СИ, используемое в регулируемой сфере, подлежит процедуре утверждения типа и обязательной периодической поверке. По результатам поверки выдается бумажный сертификат, в котором указывается срок следующей поверки. Такой подход

сопряжен с рядом трудностей: риск потери или повреждения документа, сложность быстрого доступа к данным, высокие административные и ресурсные затраты на учет и хранение.

Применение в этом процессе цифровых сертификатов и электронных паспортов средств измерений кардинально повышает удобство хранения информации, исключает ее утерю и вносит значительный вклад в снижение бумажной нагрузки и экономии ресурсов.

Кроме этого, создание и развитие искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения открывает революционные возможности для метрологии. Эти технологии станут неоценимыми помощниками в следующих аспектах:

#### 1. Расчет неопределенности измерений.

Для каждого СИ необходимо корректно присвоить значение неопределенности. Искусственный интеллект, анализируя большие массивы исторических данных о поведении аналогичных приборов в различных условиях, может значительно повысить точность и скорость этих расчетов. Дополнительной возможностью станет использование машинного обучения для расчета неопределенностей и разработки новых методик по их нахождению.

#### 2. Прогнозная аналитика и оптимизация межповерочных интервалов (МПИ).

Вместо использования статичных, зачастую консервативных МПИ, системы на основе ИИ могут динамически рассчитывать оптимальный интервал поверки для каждого конкретного прибора. Анализируя данные о его дрейфе, интенсивности использования и условиях эксплуатации, ИИ сможет предсказать, когда точность прибора выйдет за допустимые пределы, что повысит надежность и снизит затраты.

#### 3. Анализ больших данных.

ИИ позволяет начать эффективную работу с огромными объемами информации, связанными с СИ (данные поверок, калибровок, эксплуатации), выявляя скрытые закономерности и аномалии.

Каждое средство измерения содержит огромный объем данных: информация о типе, изготовителе, датах поверок, результатах калибровок, показателях точности (погрешности, неопределенности), историях эксплуатации и ремонта. Задача хранения этой информации и обеспечения круглосуточного, надежного и безопасного доступа к ней является критически важной. Ее эффективно решают современные облачные платформы и базы данных.

Имеющийся в Республике Беларусь государственный информационный ресурс, в сфере обеспечения единства измерений имеет огромное значение и может послужить прочной основой для создания комплексного метрологического информационного портала.

Метрологический информационный портал может включать:

1. Единый электронный реестр СИ, хранящий полную историю жизни каждого прибора.

2. Цифровые сертификаты о поверке и утверждении типа СИ, имеющие юридическую значимость благодаря электронной подписи.

3. Личные кабинеты для владельцев СИ, поверителей и органов госнадзора.

4. Специальные инструменты для формирования отчетности.

Для обеспечения максимальной доверия и защищенности данных критически важной государственной значимости (например, эталонные значения, результаты поверки эталонов, аккредитации лабораторий) идеально подходит технология блокчейн (blockchain).

Блокчейн обеспечивает неизменяемость данных. Любая запись о поверке, внесенная в распределенный реестр, не может быть задним числом изменена или удалена, что гарантирует высочайший уровень доверия и защиту от фальсификаций. Все участники системы (надзорные органы, владельцы приборов) могут проверять подлинность данных, не имея возможности их изменить.

Дополнительную информацию о приборе (например, руководство по эксплуатации, последние показания) можно сделать доступными для быстрого просмотра с любого мобильного устройства с помощью QR-кода, нанесенного на корпус СИ. Это удобно для оперативного контроля и идентификации в полевых условиях.

Переход от бумажных носителей к цифровым платформам, использующим искусственный интеллект, большие данные и блокчейн позволит повысить доверие к данным от IoT, обеспечить прозрачность и неизменность данных, а также снизит затраты.

### Литература

1. Об обеспечении единства измерений: Закон Респ. Беларусь от 05.09.1995 № 3848-XII. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=Z9503848> (дата обращения: 20.06.2025).

2. Ершов, И. А. Технология блокчейн в обеспечении метрологической прослеживаемости / И. А. Ершов, Р. Ж. Аймагамбетова, О. В. Стукач // Динамика систем, механизмов и машин. – 2017. – С. 57–61.