

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТБОР В МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Литвинов Б.Я.<sup>1</sup>, Кремчеева Д.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»» (199106, г. Санкт-Петербург, В.О. 21-линия, дом 2), e-mail: kr.dinara@mail.ru

Метрологическое обеспечение является одним из основных элементов обеспечения качества. Для того чтобы измерительная информация могла быть использована при принятии тех или иных решений, необходимо обеспечение сопоставимости результатов измерений. Полученная измерительная информация преобразуется, передается и представляется в наглядной форме в информационно-измерительных системах или других устройствах отображения и регистрации информации. В статье рассматриваются вопросы информационного отбора по отношению к основным компонентам метрологических систем, предназначенных для воспроизведения размеров единиц и передачи их размеров, с целью повышения качества получаемой измерительной информации. Методы информационного отбора излагаются на примере отбора и исследований мер электрического сопротивления, являющихся одной из основных технических компонент в системе воспроизведения, хранения и передачи размера единицы электрического сопротивления.

Ключевые слова: метрологическая сопоставимость, системы воспроизведения единиц и передачи их размеров, метрологические характеристики, информационный отбор, вторичный эталон, меры электрического сопротивления.

## INFORMATION SELECTION IN METROLOGICAL SYSTEMS

Litvinov B.Y.<sup>1</sup>, Kremcheeva D.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mining University Saint-Petersburg, Russia (199106, Saint-Petersburg, V.O. 21-line, 2), e-mail: kr.dinara@mail.ru

Metrological support is one of the main elements for quality assurance. In order that measurement information could be used at making one or another decision, it is necessary to provide comparability of measurement results. The obtained measurement information is converted, transmitted and visually represented in information and measurement systems or other devices used for information display and registration. The article deals with issues of information selection as regards the main components of metrological systems intended for reproduction and transmission of unit sizes in order to improve quality of measurement information obtained. Methods of information selection are demonstrated using the example of selection and investigation of electrical resistance measures being one of the main technical components in the system of reproduction, storage and transmission of electrical resistance unit size.

Keywords: metrological compatibility, systems of reproduction and transmission of unit sizes, metrological characteristics, information selection, secondary reference standard, electrical resistance measures.

Метрологическое обеспечение является одним из основных элементов обеспечения качества. Это в равной мере относится к научным исследованиям, разработке технологических процессов, обеспечению безопасности согласно требованиям технических регламентов, процедурам контроля и подтверждения соответствия. Полученная тем или иным способом количественная (измерительная) информация о свойствах объектов и явлений окружающего мира преобразуется, передается и представляется в наглядной форме в информационно-измерительных системах или других устройствах отображения и регистрации информации [9].

Для того чтобы измерительная информация действительно могла быть использована при принятии тех или иных решений, необходимо обеспечение сопоставимости результатов

измерений. Под метрологической сопоставимостью понимают сопоставимость результатов измерений для величин данного рода, которые метрологически прослеживаются к одной и той же основе для сравнения. Пример: результаты измерений расстояний от Земли до Луны и от Парижа до Лондона метрологически сопоставимы, если они оба метрологически прослеживаются к одной и той же единице измерения, например метру [10].

Для метрологической сопоставимости необходимо доведение информации о размерах, принятых за единицу до каждого средства измерений. Для этой цели созданы системы воспроизведения единиц и передачи их размеров (ВЕПР). Графическим отображением ВЕПР служат так называемые «поверочные схемы» [1], которые являются материально-технической основой обеспечения единства измерений и метрологической сопоставимости в стране. Системы ВЕПР могут иметь различный уровень централизации [1,2]. Поскольку чисто централизованных или чисто децентрализованных ВЕПР быть не может, возникает вопрос о степени их централизации. В реальных условиях любая метрологическая служба (метрологическая лаборатория) получает информацию о размере, принятом за единицу от государственной системы ВЕПР на необходимом для нее уровне точности. Далее передача единиц осуществляется внутри организации с опорой на исходные эталоны, которые соответствуют определенному разряду согласно поверочным схемам.

Понятие «система» является очень распространенным и применяется к самым разнообразным объектам изучения. Поэтому профессор Слаев В.А. предложил ввести обобщенное понятие «метрологическая система», под которой понимается система (определенной) категории объектов, изучаемых в метрологии [1]. Объекты изучения в метрологии разнообразны и могут быть как материальными (средства измерений, эталоны, инженерно-технические сооружения), так и нематериальными (термины и определения, обозначения единиц измерения и их определения, содержание нормативных документов и т.д.). Рассматривая метрологические системы, профессор Грановский В.А. предложил в качестве критерия различия для пары «прибор-система» наличие (у системы) или отсутствие (у прибора) необходимости доступа пользователя к структуре устройства [2]. При жесткой централизованной системе ВЕПР пользователь рабочих эталонов не должен иметь доступа к его структуре. При повышении уровня децентрализации необходимость доступа появляется. В этом случае пользователь часто сам должен принимать решения о замене средств измерительной техники из состава эталона [5].

Техническая основа децентрализации связана с созданием первичных эталонов на основе фундаментальных физических констант. В области электрических измерений это квантовые эффекты Джозефсона и Холла. Имеется возможность применения этих эффектов

и при создании рабочих эталонов. Профессор Шишкин И.Ф. обосновывал применение квантовых эффектов и при создании собственно средств измерений [8].

Если предложения по метрологическому обеспечению длительных космических полетов относятся к отдаленной перспективе, то техническое обеспечение получения измерительной информации, необходимой для создания технической базы подобных полетов, является задачей нынешнего дня. В полной мере это относится и к другим областям экономической деятельности. Важным аспектом является проблема информационного отбора при функционировании метрологических систем [3,6,11]. Рассмотрим особенности информационного отбора в области измерения электрического сопротивления на примере вторичных эталонов.

Одной из основных технических компонент в системе воспроизведения, хранения и передачи размера единицы электрического сопротивления являются меры электрического сопротивления (МЭС). Каждая МЭС из состава вторичного эталона должна рассматриваться как одиночный эталон [5]. Для признания и применения МЭС в этом качестве необходимо наличие определенной априорной информации, получаемой в результате цикла исследований. Конкретное содержание исследований определяется исходя из необходимости решения двух основных задач:

- выбора типа МЭС, которые будут использованы в качестве одиночных эталонов;
- выбора конкретных экземпляров МЭС для включения в состав вторичных эталонов.

Тип МЭС может быть определен согласно описанию для Государственного реестра СИ, утвержденному на основе проведенных испытаний в целях утверждения типа. В других обоснованных случаях принимаются во внимание дополнительные конструктивные и эксплуатационные отличия, что позволяет метрологической лаборатории в рамках проводимых исследований уточнять, что следует понимать под типом МЭС.

*Пример:* при исследованиях МЭС, которым был присвоен тип Р3030, пришлось столкнуться с их различными модификациями, требовавшими различных методик выполнения измерений. При проведении отбора МЭС они были выделены в качестве различных типов. В отношении однозначных МЭС типов МС3003-3020 при использовании в цепях постоянного тока было произведено их объединение в один тип.

Для применения в составе вторичных эталонов определяется тип, но непосредственно в состав эталона включается конкретная МЭС с конкретным заводским номером. При выборе типа определяется номенклатура метрологических характеристик (МХ) и производится их регламентация. При отборе (выборе) конкретной МЭС, утверждаемой впоследствии в качестве одиночного эталона, уточняются индивидуальные значения МХ.

Окончательные решения, как в части выбора типа МЭС, так и в части выбора конкретных МЭС, принимаются на основе анализа документально зафиксированных экспериментальных данных. После проведения анализа документально фиксируется решение о пригодности конкретной МЭС или пригодности типа МЭС, что и составляет суть информационного отбора.

Примем, согласно [4], что:

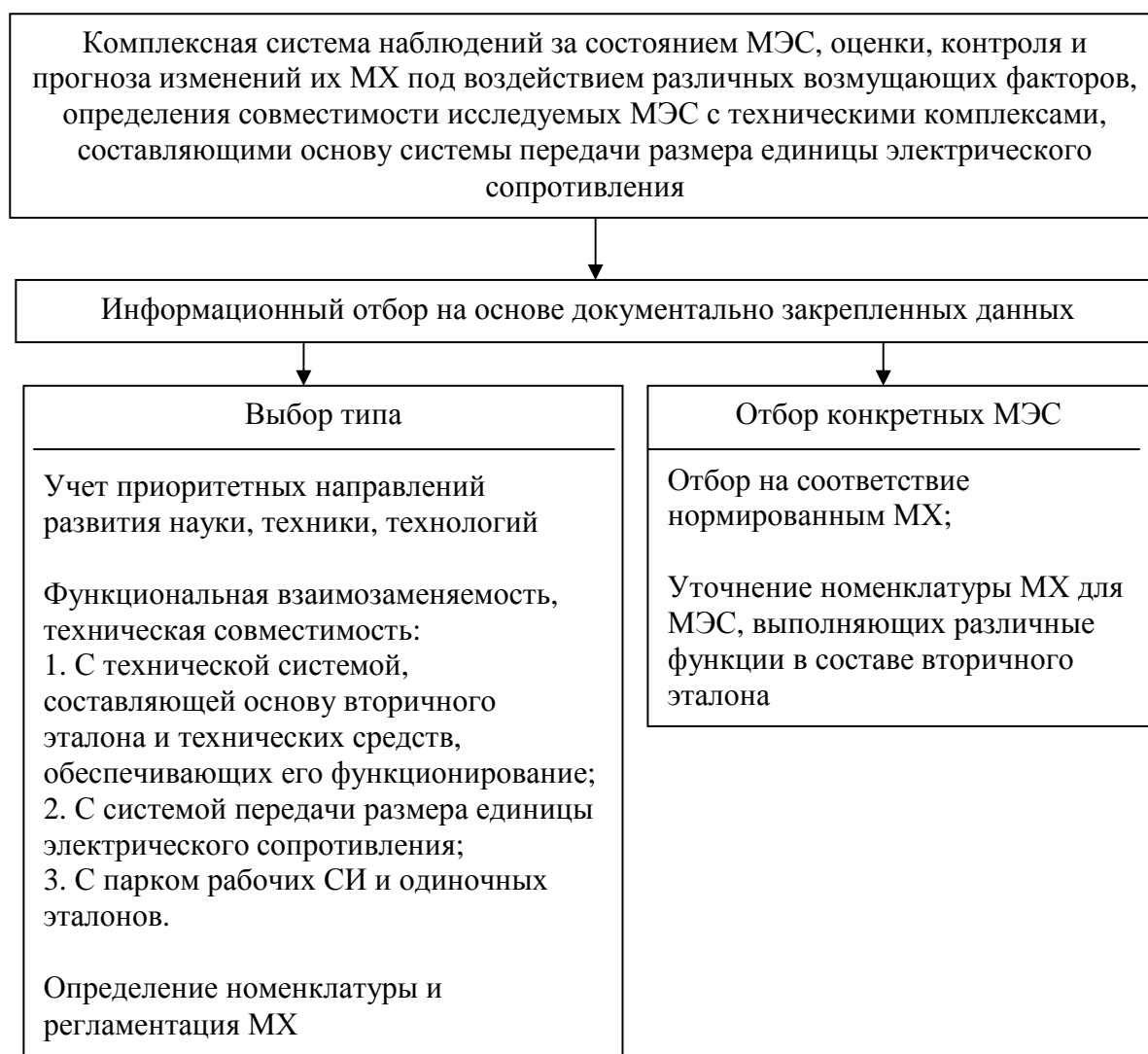
**Информационный отбор** – документальная фиксация (не)пригодности технического решения: документально сформулированная оценка физическим или юридическим лицом, закрепленная общественным мнением (государством) необходимость продолжения или прекращения выпуска, внесения изменений, развертывания научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ для освоения новой продукции.

В случае вторичных эталонов решения принимаются в отношении средств измерений (СИ) и других технических средств, необходимых для его функционирования. Приведенное определение не противоречит основным задачам метрологических исследований и метрологического мониторинга, рассматриваемых в других источниках, например [7].

Для информационного отбора необходимо наличие комплексной системы наблюдений за состоянием МЭС (или СИ иного назначения, применяемых в области измерения электрического сопротивления), оценки, контроля и прогноза изменений их МХ под воздействием различных возмущающих факторов, определения совместимости исследуемых МЭС с техническими комплексами, составляющими основу системы передачи размера единицы электрического сопротивления.

На рис. 1 отражено содержание информационного отбора для МЭС, предполагаемых для включения в состав вторичного эталона. Метрология тесно связана с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники, как на федеральном, так и на региональном уровне. Следствием является постоянное внедрение СИ, в том числе и МЭС, нового поколения. В этом отношении метрология не отличается от других сфер деятельности. Обновлению подлежат и стандартизованные СИ, иначе может быть нарушена функциональная и техническая совместимость как с системой передачи размера единицы, так и с парком рабочих СИ, применяемых на территории РФ. По результатам исследования, например, было введено ограничение на введение в состав вторичных эталонов МЭС типа Р3030, как имеющих неудовлетворительную совместимость с техническими системами, составляющими основу вторичных эталонов. После долговременных исследований за основной тип в диапазоне номинальных значений от 10 Ом до 100 кОм были приняты МЭС серии МС3003-3020, заменившие МЭС серии Р321 и Р331.

Для МЭС новых типов определяются основные параметры (долговременная и кратковременная нестабильность, подгонка к номинальному значению, температурный коэффициент сопротивления (ТКС), нагрузочные характеристики, сопротивление выводов) и эксплуатационные характеристики (степень герметизации, вес, габариты, удобство расположения элементов коммутации для подсоединения к измерительной цепи, возможность использования в жидкостной и воздушной среде, транспортабельность). На основе полученных данных производится выбор перспективного (основного) типа МЭС для создания эталонов нового поколения. Для осуществления правильного выбора одновременно исследуется несколько типов МЭС.



*Рис. 1. Содержание информационного отбора для МЭС*

Долговременные исследования типов МЭС, составляющих основу парка эталонных мер, необходимы для набора статистических данных о среднем сроке службы до наступления метрологического отказа, уточнения межповерочных интервалов, для определения степени воздействия дополнительных влияющих факторов (например

влажности, атмосферного давления), для выявления новых влияющих факторов, воздействием которых нельзя пренебречь при переходе к метрологическим работам на более высоком уровне точности. Схема, отражающая процедуру исследований МЭС, приведена на рис. 2.

Выбор основного типа означает, что соответствующие этому типу МЭС, выпускаемые заводом-изготовителем, только потенциально могут быть включены в состав эталона. Далее они должны пройти процедуру отбора. Сначала формируется группа МЭС, предназначенных для предварительных исследований, по результатам которых определяется группа МЭС для долговременных исследований и уточнения их МХ. По результатам долговременных исследований формируется новая эталонная группа МЭС или эталонный набор. Все результаты исследований заносятся в банк данных, при этом используется любая дополнительная информация из внешних источников. МЭС, забракованные на различных стадиях исследований и не включенные в состав групповых эталонов или эталонных наборов, могут быть использованы в другом качестве (тарные меры, меры для целей самодиагностики компараторов и др.). Итоговые результаты всех исследований и решений об использовании МЭС в том или ином качестве заносятся в общий банк данных и используются как дополнительная информация для принятия решений о выборе основного типа МЭС. Аналогичные исследования проводятся и в отношении прецизионных резистивных элементов, предполагаемых для использования при разработке и создании многозначных мер, резистивных имитаторов и других СИ, необходимых для функционирования вторичных эталонов.

При информационном отборе осуществляется не только контроль МХ МЭС, анализ номенклатуры МХ и их нормирование, но и уточняется состав СИ и технических средств, применяемых для исследования МЭС и других компонентов вторичного эталона.

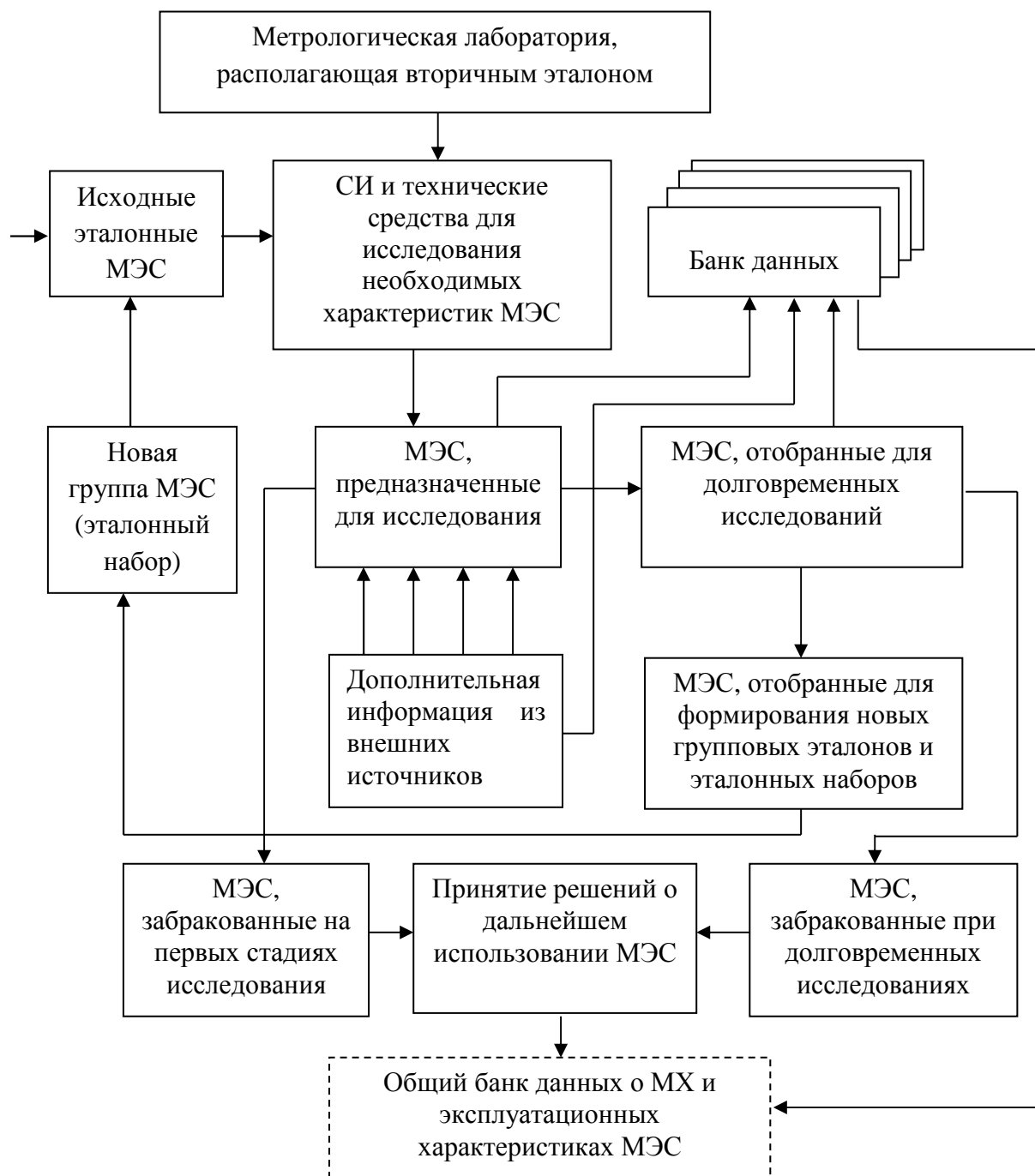


Рис. 2. Схема исследований по отбору МЭС

### Список литературы

1. Балалаев В.А. Теория систем воспроизведения единиц и передачи их размеров / В.А. Балалаев, В.А. Слаев, А.И. Сняков // Научн. издание – Учеб. пособие под ред. В.А. Слаева. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 160 с.

2. Грановский В.А. Системная метрология: метрологические системы и метрология систем / В.А. Грановский. – СПб.: ГНЦ РФ-ЦНИИ «Электроприбор», 1999. – 360 с.
3. Колтик Е.Д. Технологии и системы получения информации в метрологии / Е.Д. Колтик, Б.Я. Литвинов // Датчики и системы. – 2002, № 10. – С. 21-22.
4. Кудрин Б.И. Три доклада строенной конференции. / Б.И. Кудрин. – М.: Электрика, 2002. – 136 с.
5. Литвинов Б.Я. Передача размера единицы электрического сопротивления и контроль изделий электронной техники / Б.Я. Литвинов. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007 (СПб). – 154 с.
6. Литвинов Б.Я. Система обеспечения единства измерений электрического сопротивления на постоянном токе, включая возможности поверочно-калибровочных работ. / Б.Я. Литвинов // Гироскопия и навигация, № 4(39), 2002. – С. 85.
7. Солопченко Г.Н. Современные компьютерные измерительные информационные технологии и их теоретическая поддержка. / Г.Н. Солопченко // Российская метрологическая энциклопедия. – СПб.: Лики России, 2001. – С. 131-141.
8. Шишкин И.Ф. Особенности метрологического обеспечения длительных космических полетов / И.Ф. Шишкин // Мир измерений – 2011, № 1. – С. 20-23.
9. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Ч.1. Общая теория измерений: учеб.-метод. комплекс (учебное пособие), 3-е изд., перераб. и доп. / И.Ф. Шишкин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2008. – 189 с.
10. РМГ 20-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения». – М.: Стандартинформ, 2014. – 60 с.
11. Litvinov B.Y. Application of h-distribution for estimating the quality of metrological works using secondary standards of ohm and change of the nomenclature of measurement procedures / B.Y. Litvinov, E.A. Krivchun // European applied science, № 1, 2013. – P. 216-217.

#### **Рецензенты:**

Габов В.В., д.т.н., профессор кафедры Машиностроения, ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»», г. Санкт-Петербург;

Катков А.С., д.т.н., главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИМ им. Менделеева», г. Санкт-Петербург.