

Национальная система измерений и национальная метрологическая инфраструктура: анализ документов D1 Международной организации законодательной метрологии

Алексей Павлович Чирков

Ярославский государственный технический университет, Ярославль, Россия, chirkovap@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемы, возникающие в результате неоднозначной трактовки понятий, введённых в документах D1 Международной организации законодательной метрологии. Исследованы и проанализированы следующие документы D1: «Закон о метрологии» (1975), «Элементы закона по метрологии» (2004), «Основные положения для закона по метрологии» (2012) и «Национальные системы метрологии – развитие институциональных и законодательных основ» (2020). Рассмотрены законы Российской Федерации, разработанные на основе документов D1, а также отечественные и зарубежные публикации по данному вопросу. В результате проведённого анализа показаны проблемы, связанные с актуальными в современном мире и экономике метрологическими понятиями, такими как «национальная система измерений» и «национальная метрологическая инфраструктура». Показано различное видение специалистами в области метрологии содержания этих важных и повсеместно применяемых понятий. Сформулирован перечень основных элементов, входящих в состав понятий «национальная система измерений» и «национальная метрологическая инфраструктура». Результаты исследования можно использовать для актуализации нормативных и законодательных документов в области метрологии.

Ключевые слова: метрология, система измерений, инфраструктура, элементы метрологической инфраструктуры

Для цитирования: Чирков А. П. Национальная система измерений и национальная метрологическая инфраструктура: анализ документов D1 Международной организации законодательной метрологии // Измерительная техника. 2022. № 12. С. 10–14. <https://doi.org/10.32446/0368-1025it.2022-12-10-14>

National measurement system and national metrological infrastructure: analysis of documents D1 of the International Organization of Legal Metrology

Alexey P. Chirkov

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russia, chirkovap@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research is to solve the problems associated with the lack of an unambiguous interpretation of the basic concepts introduced in International Documents D1. The main objectives of the study were aimed at analyzing documents D1 “Law on Metrology” (1975), “Elements of the Law on Metrology” (2004), “Basic provisions for the Law on Metrology” (2012) and “National Systems of Metrology – development of institutional and legislative foundations” (2020), laws of the Russian Federation, when the development of which they are used, as well as domestic and foreign publications on this issue. Based on the results of the analysis, the problems associated with the concepts of “national measurement system” and “national metrological infrastructure” used in metrology, which have become relevant in the modern world and economy, as well as the different views of specialists in the field of metrology on the content of these important and universally used concepts, are shown. As a result of the conducted research, a list of the main elements that make up the “national measurement system” and the “national metrological infrastructure” was formulated. The results of the study are intended for use in updating regulatory and legislative documents in the field of metrology and by specialists working in this field.

Keywords: metrology, measurement system, infrastructure, elements of metrological infrastructure

Введение. С середины прошлого века произошёл бурный рост экономики и смены технологий. Возникли новые требования к инфраструктурным видам деятельности, в том числе к метрологии. И это касается не только технологических аспектов, связанных с переходом на определение основных единиц величин на основе фундаментальных

физических констант, но и нормативной базы, т. е. законодательной метрологии.

Проблемы основных понятий в документах D1. В 1975 г. Международный комитет законодательной метрологии (МКЗМ) предложил правительствам стран-участниц рекомендации по разработке национальных законов по метрологии – документ D1¹

¹ OIML D 1: 1975. Law on Metrology.

«Закон о метрологии». Этот документ был предназначен для гармонизации национального научно-технического регулирования вопросов метрологии и должен был способствовать развитию взаимной помощи между государствами в целях создания, организации или расширения услуг метрологии.

Одной из проблем, с которой столкнулись метрологи и другие специалисты, участвовавшие в разработке и реализации закона о метрологии, стала проблема появления новых не определённых однозначно понятий. В частности, в документе D1 (1975) было введено понятие *legal metrology system*, однако его определение и перечень входящих в его состав элементов отсутствовали.

Проблемы понятия «национальная метрологическая инфраструктура». В 2004 г. принят документ D1 «Элементы закона по метрологии» [1]. В нём впервые официально введено понятие *national metrology infrastructure* (национальная метрологическая инфраструктура). В соответствии с документом D1 (2004) национальная метрологическая инфраструктура должна включать в себя следующие элементы:

законодательную базу, в том числе законы и правила, которыми устанавливаются положения, связанные с метрологией;

орган власти, подведомственный Правительству страны и ответственный за национальную политику в области метрологии и координацию деятельности ведомств, связанных с реализацией метрологических задач;

один или несколько институтов, ответственных за реализацию задач, предписанных на уровне общенациональной политики в области метрологии;

систему по аккредитации калибровочных лабораторий и, если это необходимо, испытательных лабораторий, инспекционных органов и органов по сертификации;

структуры по распространению знаний и расширению компетентности в области метрологии (например, по обучению, образованию, консультациям и т. д.);

метрологию (например, калибровка, обслуживание, обучение, консультирование, испытание типа, поверка и т. д.).

Однако и этому понятию ни в документе D1, ни в международных словарях по метрологии до сих пор не дано однозначное определение.

В 2012 г. принят документ D1 «Основные положения для закона по метрологии» [2]. В этом документе в дополнение к элементам, которые отнесены к метрологической инфраструктуре в документе D1 (2004), приведены ещё два – система национальных эталонов и сотрудничество в метрологической инфраструктуре.

В 2020 г. Международной организацией законодательной метрологии (МОЗМ) введена очередная версия документа D1 «Национальные системы метрологии – развитие

институциональных и законодательных основ» [3]. В нём подчеркнуты место и роль метрологической инфраструктуры в национальной инфраструктуре качества, а к ранее изложенным элементам инфраструктуры добавлены метрологическая прослеживаемость и национальная политика в области метрологии.

Анализ всех четырёх редакций документа D1 подтвердил отмеченные проблемы. Неоднозначность приводит как к непониманию, так и недооценке этих важных понятий не только для метрологии, но и для экономики и других сфер жизни страны.

Взгляд зарубежных специалистов и организаций на метрологическую инфраструктуру. В 2003 г. в [4] отмечено, что в 1990-х гг. введено понятие *инфратехнологии* (разнообразные наборы технических инструментов, включающие методы измерения и испытаний, применяемые при этом стандартные образцовые вещества, используемые эффективно, научные и прикладные базы данных, модели процессов и техническую основу для физических и функциональных интерфейсов между компонентами технологических систем). Инфратехнологии стали надёжной



Рис. 1. Национальная метрологическая инфраструктура (ИЛАК – Международная организация по аккредитации лабораторий)

Fig. 1. National metrology infrastructure (ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation)

инфраструктурой, которая поддерживает согласованность измерений, используемых в качестве основы для принятия решения в промышленности, науке и технологии, рыночной экономике, государственном регулировании и обществе, т. е. инфраструктурой измерений [5, 6].

Эта инфраструктура измерений (т. е. метрологическая инфраструктура) включает в себя:

Международную систему единиц;

национальные метрологические институты, создающие и поддерживающие национальные эталоны для обеспечения прослеживаемости измерений;

поверочные и калибровочные лаборатории;

органы по аккредитации лабораторий;

систему одобрения испытательных лабораторий;

метрологическое законодательство и меры его исполнения;

научные и технические комитеты, которые разрабатывают рекомендации и международные стандарты измерения;

подготовку метрологов, инженеров и техников по измерению.

В качестве одной из последних публикаций по тематике метрологической инфраструктуры следует отметить Руководство по метрологии для Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС) [7], подготовленное Азиатско-Тихоокеанским форумом по законодательной метрологии (АТФЗМ) и Азиатско-Тихоокеанской метрологической программой (АТП) (аналог ЕВРАМЕТ) при участии Национального института метрологии Германии PTB. В Руководстве по метрологии дан обзор элементов национальной метрологической инфраструктуры и показана их взаимосвязь [7, p. 26, Fig. 6]. Национальная метрологическая инфраструктура согласно [7] показана на рис. 1. Также в [7] отмечено, что инфраструктура включает метрологические элементы контроля и элементы прослеживаемости, которые крайне важны для измерений, выполненных в экономике и обществе.

Взгляд в Российской Федерации на метрологическую инфраструктуру. Современный взгляд на содержание метрологической инфраструктуры в Российской Федерации приведён в [8]. Отмечено, что метрология является одним из инфраструктурных видов деятельности, от уровня которого во многом зависит внедрение наукоёмких технологий. Метрология участвует в обеспечении как функционирования материального производства, так и условий жизнедеятельности людей. Это не позволяет отнести метрологическую инфраструктуру однозначно к производственной или непроизводственной сфере. В этом проявляется её общесистемное значение.

В [8] отмечено, что метрологическую инфраструктуру образуют сложные организационные структуры на международном и национальном уровнях. Организационную структуру на международном уровне образуют международные и региональные метрологические организации по метрологии, стандартизации, оценке соответствия и аккредитации.

Современная организационная структура метрологической инфраструктуры в Российской Федерации включает в себя следующие элементы:

федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие установленные Правительством Российской Федерации функции в области метрологии – Министерство промышленности и торговли (Минпромторг) и Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт);

территориальные органы Росстандарта, осуществляющие государственный метрологический надзор;

государственные научные метрологические центры – метрологические научно-исследовательские институты, выполняющие функции разработчиков и хранителей государственных первичных эталонов единиц величин и обеспечивающие научно-методическую поддержку единства измерений в стране;

Государственные службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;

государственные региональные центры стандартизации, метрологии и испытаний в субъектах Российской Федерации, выполняющие поверку средств измерений в сферах государственного регулирования, осуществляющие полномочия Росстандарта в регионах;

метрологические службы юридических лиц, осуществляющие координацию и контроль обеспечения единства измерений на предприятиях, и более 6500 аккредитованных на компетентность в области метрологии организаций, выполняющих измерения, испытания, поверку, калибровку, экспертизу и аттестацию в целях обеспечения единства измерений в Российской Федерации.

Важными составляющими метрологической инфраструктуры являются технические элементы: государственные первичные эталоны единиц величин, государственные эталоны, рабочие эталоны всех разрядов, стандартные образцы и испытательное оборудование, необходимые для осуществления метрологического контроля и надзора, в совокупности с необходимыми зданиями и сооружениями. В настоящее время основу метрологической инфраструктуры Российской Федерации составляют 158 государственных первичных эталонов, а также более 115 000 эталонов единиц величин, которые обеспечивают передачу единиц величин от первичных эталонов рабочим средствам измерений.

Проблемы понятия «национальная система измерений». Ещё одной проблемой, с которой сталкиваются специалисты при использовании документов D1, является то, что в документах D1 кроме понятия *метрологическая инфраструктура* использовано понятие *национальная система измерений*.

Содержание понятия *национальная система измерений* ни в одном из официальных международных документов по метрологии не приведено. Это затрудняет понимание и использование положений документов D1.

Для устранения недостатка автором проведён анализ понятия *национальная система измерений*, использованного в версиях документа D1 и законах Российской

Федерации «Об обеспечении единства измерений» № 4871-1² от 27.04.1993 г. и № 102-ФЗ³ от 26.06.2008 г.

Впервые в документах D1 понятие *национальная система измерений* появилось в 2004 г. При этом не было дано определение этого понятия и его элементов. Не дан ответ на возникшие вопросы и в следующих редакциях. Всё, что можно понять из различных редакций документа D1, так это то, что национальная система измерений создаётся правительством, имеет сложную структуру, её части требуют координации, должна быть обеспечена прозрачность деятельности системы, а в результатах деятельности системы должна быть обеспечена уверенность.

Взгляд зарубежных специалистов и организаций на национальную систему измерений. В [4] отмечено, что одним из первых понятие *национальная система измерений* предложило Национальное бюро стандартов США [9–11]. В [9] отмечено, что национальная система измерений имеет пять уровней:

- концептуальную систему, определяющую количественную систему мер и единиц измерений;
- основную техническую инфраструктуру;
- реализацию возможностей измерений, которые позволяют выполнять измерения специальных величин с заданной точностью;
- сеть обучения и принуждения;
- конечное применение измерений.

Взгляд в Российской Федерации на национальную систему измерений. В Российской Федерации в различное время предприняты попытки, если не сформулировать понятие *национальная система измерений*, то, по крайней мере, показать её содержание. В 1993 г. в [12] сформулированы основные элементы российской системы измерений. Её центральным звеном в тот период в соответствии с утверждённой структурой управления экономикой страны являлся Госстандарт России.

Система включала три подсистемы:

- законодательную* (или правовую), основными исполнителями которой определены государственные научные метрологические центры;
- исполнительную*, основными исполнителями которой определены аккредитованные лаборатории (центры), которые выполняли поверку, калибровку средств измерений, непосредственно измерения и испытания;
- надзорную*, исполнителями которой определены государственные инспекторы по обеспечению единства измерений.

Государственная система измерений была призвана удовлетворить метрологические

потребности производства, образования, науки, энергетики, транспорта и связи, населения, экологии, безопасности, здравоохранения, торговли и учёта, международных отношений, обороны, экономики, законодательства и др.

Ещё в одной публикации отмечено, что в процессе осуществляемой в Российской Федерации административной реформы сформировалась структура государственной системы измерений, которая включает в себя следующие элементы [13]:

федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию и государственному метрологическому надзору;

государственные научные метрологические институты и государственные региональные центры метрологии, подведомственные федеральному органу исполнительной власти по оказанию государственных услуг в области обеспечения единства измерений;

систему государственных служб в области обеспечения единства измерений;

систему территориальных органов, осуществляющих государственный метрологический надзор;



Рис. 2. Содержание национальной системы измерений Российской Федерации

Fig. 2. The content of the National Measurement System of Russia

² Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений: Закон Российской Федерации 4871-1: [Введен постановлением Верховного Совета Российской Федерации 27 апреля 1993 года]. Ведомости Съезда народных депутатов Российской Федерации и Верховного Совета Российской Федерации, 1993, № 23, ст. 811.

³ Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон № 102-ФЗ: [Принят Государственной Думой 11 июня 2008 года: одобрен Советом Федерации 18 июня 2008 года]. Собрание законодательства Российской Федерации от 30 июня 2008 г. № 26, ст. 3021.

метрологические службы юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в том числе аккредитованные в области обеспечения единства измерений;

эталонную базу государственной системы измерений;

комплекс нормативно-правовых и нормативно-технических документов в области обеспечения единства измерений;

средства измерений, которые применяются в Российской Федерации.

Критически оценивая состав национальной системы измерений, изложенный в [8, 13], следует обратить внимание на тот факт, что большинство элементов национальной системы измерений совпадает с элементами национальной метрологической инфраструктуры в документах D1. Однако в этих документах не нашли отражения элементы, связанные с аккредитацией юридических и физических лиц в области обеспечения единства измерений, а также конституционная норма в части отнесения метрологических служб к ведению Российской Федерации, которые являются важными составляющими национальной системы измерений.

С учётом возрастания значения метрологических служб можно представить содержание национальной системы измерений Российской Федерации в следующем виде (рис. 2), разбив её условно на четыре подсистемы: законодательную, исполнительную, организационную и техническую.

Согласно рис. 2 в состав законодательной подсистемы национальной системы измерений Российской Федерации входят Конституция Российской Федерации и закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Исполнительная подсистема включает в себя как органы исполнительной власти, национальные метрологические институты, национальный орган по аккредитации, так и юридические и физические лица, аккредитованные в области обеспечения единства измерений. Важное место в национальной системе измерений занимают сегодня государственная метрологическая служба, метрологические службы органов власти и хозяйствующих субъектов, в состав которых входят эталоны единиц величин, средства и методики измерений, инструкции. Также большую роль играют специалисты, осуществляющие внутренний метрологический надзор, поверку и калибровку средств измерений.

Техническая подсистема включает государственные первичные и рабочие эталоны единиц величин, а также непосредственно средства измерений, а организационная подсистема включает структуры, связанные с подготовкой и повышением квалификации кадров, а также средства массовой информации и федеральную государственную информационную систему в области метрологии.

Заключение. Сегодня, в период зарождения нового технологического уклада, или как говорят – новой промышленной революции Industry-4, экономика и общество нуждаются в метрологии, соответствующей требованиям нового времени во всех звеньях, элементах национальной системы измерений, являющейся основой глобальной системы измерений. Именно для этого необходимо как понимание структуры национальной системы измерений, её содержания, так и понятий, с ней связанных.

Выполненный анализ позволил сформировать перечень элементов национальной системы измерений и метрологической инфраструктуры. Специалисты в области метрологии смогут более чётко представить суть рассмотренных понятий в условиях отсутствия содержательной части терминов этих понятий в официальных документах.

Список источников / References

1. OIML D1: 2004 (E), *Elements for a Law on Metrology*, available at: www.oiml.org/en/files/pdf_d/d001-e04.pdf (accessed: 20.09.2022).
2. OIML D1: 2012 (E), *Considerations for a Law on Metrology*, available at: www.oiml.org/en/files/pdf_d/d001-e12.pdf (accessed: 15.11.2022).
3. OIML D1: 2020 (E), *National metrology systems – Developing the institutional and legislative framework*, available at: www.oiml.org/en/files/pdf_d/d001-e20.pdf (accessed: 15.11.2022).
4. Birch J. A., *REPORT. Benefit of Legal Metrology for the Economy and Society. A study for the International Committee of Legal Metrology*, 2003, available at: http://www.oiml.org/en/files/pdf_e/e002-e03.pdf (accessed: 15.11.2022).
5. Tasse G., *Technology Infrastructure and Competitive Position*, Springer, New York, Kluwer Academic Publishers 1992, 306 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3608-6>
6. Tasse G., *Research Policy*, August 1991, vol. 20(4), pp. 345–361. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(91\)90094-7](https://doi.org/10.1016/0048-7333(91)90094-7)
7. *National Metrological Infrastructure*, 2nd ed., November 2016 (Joint Guide 1), available at: <http://www.apmpweb.org/documents/file/jointguide.pdf> (accessed: 15.11.2022).
8. Экономика метрологии: монография / В. В. Окрепилов, Ю. А. Антохина, Л. К. Исаев, А. П. Чирков. СПб.: ГУАП, 2017. 175 с. [*Economics of metrology: monograph*, V. V. Okrepilov, Yu. A. Antokhina, L. K. Isaev, A. P. Chirkov, St. Petersburg, GUAP Publ., 2017, 175 p. (In Russ.)]
9. Huntoon R. D., Concept of a National Measurement System: The systems approach is being applied to improve understanding of the nation's measurement activities, *Science*, 1967 Oct 6, vol. 158(3797), pp. 67–71, available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6054821> (accessed: 15.11.2022).
10. Sangster R. C., *Final Summary Report Study of the National Measurement System 1972-75*, Gaithersburg, MD, U.S. Dept. of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 1976. <https://doi.org/10.6028/NBS.IR.75-925>
11. Paulson B. W., *Economic analysis of the National Measurement System*, September 1977, A report from the 1972-75 Study of the National Measurement System by the NBS Institute for Basic Standards, pp. 1–37, available at: <https://archive.org/details/economicanalysis7594poul> (accessed: 15.11.2022).
12. Исаев Л. К. Российская система измерений // Измерительная техника. 1993. № 11. С. 27–30. [Isaev L. K., *Measurement Techniques*, 1993, vol. 36, pp. 1239–1243. <https://doi.org/10.1007/BF00978173>]
13. Окрепилов В. В. Менеджмент качества. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. [Okrepilov V. V., *Quality management*, St. Petersburg, Publishing House of the Polytechnic University, 2013 (In Russ.)]

Статья поступила в редакцию 12.10.2022; одобрена после рецензирования 25.11.2022; принята к публикации 28.11.2022.
The article was submitted 12.10.2022; approved after reviewing 25.11.2022; accepted for publication 28.11.2022.