

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МАГНЕТИЗМА

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**«АНАЛИЗ ВОСТРЕБОВАННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ
ПЕРВИЧНЫХ ЭТАЛОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

Выполнил студент
419 группы:
Пелипенко Дмитрий Александрович.

Научный руководитель:
к.ф.м.н., снс Шапаева Т. Б.

Допущен к защите
Зав. кафедрой магнетизма
Проф. Перов Н.С. _____

Москва 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. Литературный обзор.	4
1.1. Метрология за рубежом	4
1.2. Экономические вопросы метрологии	11
1.3. Метрология в Российской Федерации.	12
1.4. Государственные первичные эталоны Российской Федерации.	16
ГЛАВА 2. Анализ востребованности государственных первичных эталонов Российской Федерации	21
2.1. Калибровочные и измерительные возможности Российской Федерации	21
2.2. Рабочие эталоны.	27
2.3. Средства измерений.	29
2.3.1. Анализ базы данных АИС «Метрконтроль» по ФБУ «Хабаровский ЦСМ» и ФБУ «Нижегородский ЦСМ» за ноябрь 2015 г.	33
2.3.2. Детальный анализ базы данных АИС «Метрконтроль» по ФБУ «Хабаровский ЦСМ» за ноябрь 2015 г.	38
Обсуждение результатов	42
Выводы	44
Список использованной литературы	45

Введение

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Измерения новых современных величин, расширение диапазонов измерений, повышение их точности, все это способствует созданию новейших технологий, эталонов и средств измерений (СИ), совершенствованию путей постижения природы человеком, познание количественных характеристик окружающего мира.

Установлено, что в настоящее время имеется потребность в измерении более двух тысяч параметров и физических величин, но пока, на основе имеющихся средств и методов производятся измерения около 800 величин. Освоение новых видов измерений – остается актуальной проблемой и в наши дни. Метрология впитывает в себя самые последние научные достижения и занимает особое место среди технических наук, ведь для научно-технического прогресса метрология должна опережать другие области науки и техники.

Без знания метрологии не обходится ни один технический специалист (около 15% затрат общественного труда приходится на проведение измерений). Ни одна отрасль не может функционировать без применения своей системы измерений. Именно на базе измерений происходит управление технологическими процессами; контроль качества производимой продукции. По оценкам экспертов в передовых индустриальных странах измерения и связанные с ними операции оцениваются в рамках 3 – 9 % валового национального продукта.

ГЛАВА I. Литературный обзор.

1.1. Метрология за рубежом

История современной метрологии началась 20 мая 1875 г. В этот день 17 государств, включая Россию, подписали Метрическую конвенцию, были созданы международные и национальные прототипы килограмма и метра. (Именно 20 мая отмечается День метролога). Было решено создать и финансировать постоянно действующую научную организацию: Международное бюро мер и весов – МБМВ (Bureau International des Poids et Mesures – BIPM). По состоянию на март 2016 года 57 стран являются членами Метрической конвенции и 41 страна – ассоциированные члены, последние обладают правом направлять на заседания Генеральной конвенции своих наблюдателей. [1] (<http://www.bipm.org/en/about-us/>)

Работу Международного бюро мер и весов поддерживает 10 консультативных комитетов (КК):

ССАUV – КК по акустике, ультразвуку и вибрации

ССЕМ – КК по электричеству и магнетизму

ССL – КК по измерениям длины

ССM – КК по массе и связанным величинам

ССPR – КК по фотометрии и радиометрии

ССQM – КК по количеству вещества

ССRI – КК по ионизирующим излучениям

ССТ – КК по термометрии

ССTF – КК по времени и частоте

ССU – КК по единицам измерения.

Члены консультативных комитетов – это представители национальных метрологических институтов и другие специалисты соответствующей области.

КК определяют стратегию развития метрологической науки в мире.

Измерительные возможности всех стран-членов МБМВ классифицированы в

соответствии с тематиками КК.

В настоящее время наряду с главной метрологической организацией МБМВ существуют и сотрудничают несколько региональных метрологических организаций: AFRIMETS (Intra-Africa Metrology System), APMP (Asia Pacific Metrology Programme), COOMET (Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions), EURAMET (European Association of Metrology Institutes), GULFMET (Gulf Association for Metrology), SIM (Inter-American Metrology System). Российская федерация является лидером COOMET.



Рис.1. Международные Метрологические организации. [1]

Программой деятельности МБМВ предусмотрены систематические международные сличения национальных эталонов крупнейших метрологических лабораторий разных стран с международными эталонами и между собой.

Сличение эталонов – это совокупность операций, устанавливающих соотношение между размерами величины, полученными в результате

воспроизведения величины или ее производных с эталонами стран участниц сличений. Сличению подвергаются национальные (государственные) эталоны, предназначенные для воспроизведения, хранения и (или) передачи размера физической величины, ее кратных или дольных значений.

Решение о необходимости проведения сличения принимает государство-владелец эталона с учетом рекомендаций международных и (или) региональных организаций по метрологии.

Сличения являются обязательной составной частью работ по исследованию национального эталона и определению размера воспроизводимой им единицы, предпочтительно Международной системы единиц. Сличению, как правило, подлежат эталоны одинакового уровня точности. Сличения эталонов осуществляют посредством транспортируемого эталона сравнения, а в случае его отсутствия выбирается средство сличений по согласию государств-участников сличений. Эталон сравнения (средство сличений) должен удовлетворять требованиям стабильности.

В зависимости от количества стран-участниц сличений сличения подразделяют на *двусторонние* и *многосторонние*. Распространенными видами многосторонних сличений являются *международные* и *региональные* сличения. Международные сличения эталонов, проводятся под эгидой Консультативных комитетов (КК) Международного бюро мер и весов и региональных метрологических организаций. Они являются юридической основой признания *эквивалентности сличаемых эталонов* и, соответственно, правильности измерений и сертификационных испытаний в странах участницах сличений.

Различают следующие виды сличений: ключевые, дополнительные и пилотные.

Ключевое сличение – одно из ряда сличений, выбранное Консультативным комитетом МКМВ для проверки принципиальных приемов и методов в данной области и в результате которого устанавливается степени

эквивалентности эталонов.

Дополнительные сличения – сличения, проводимые Консультативными комитетами МКМВ, региональными метрологическими организациями и МБМВ с целью удовлетворения специфических потребностей, не охватываемых ключевыми сличениями, включая сличения с целью поддержки доверия к сертификатам калибровки.

Пилотные сличения – сличения, проводимые с целью выявления систематических расхождений результатов измерений в Национальных метрологических институтах (НМИ) – участниках сличений и установления фактического уровня воспроизводимости результатов в их группе.

Для проведения сличений назначается лаборатория-пилот, она несет ответственность за подготовку отчета о сличении. Для всех ключевых сличений окончательный отчет, подготовленный пилотной лабораторией, служит основой для публикации результатов.

Степень эквивалентности национальных эталонов выражается количественно в значениях отклонений от опорного значения единицы, полученной при ключевом сличении, и неопределенностей в этих отклонениях. Организация ключевого сличения является обязанностью пилотной лаборатории, которой помогают два или три назначенных участника.

На рис.2 показаны результаты ключевых сличений электрической емкости ССЕМ-К4, проведенных в 2002 г. [2] Организатором сличений был Консультативный Комитет по электрическим и магнитным измерениям при участии МБМВ, лаборатория-пилот – NIST (National Institute of Standards and Technology). Страны участники проводили измерения номинальной емкости 10 пФ. В сличении принимали участие представители разных международных метрологических организаций: SIM – 2; APMP – 3, EURAMET – 4 и COOMET – 2 участника. РТВ представлял две международные метрологические организации: EURAMET и COOMET. Россию на этих сличениях представлял

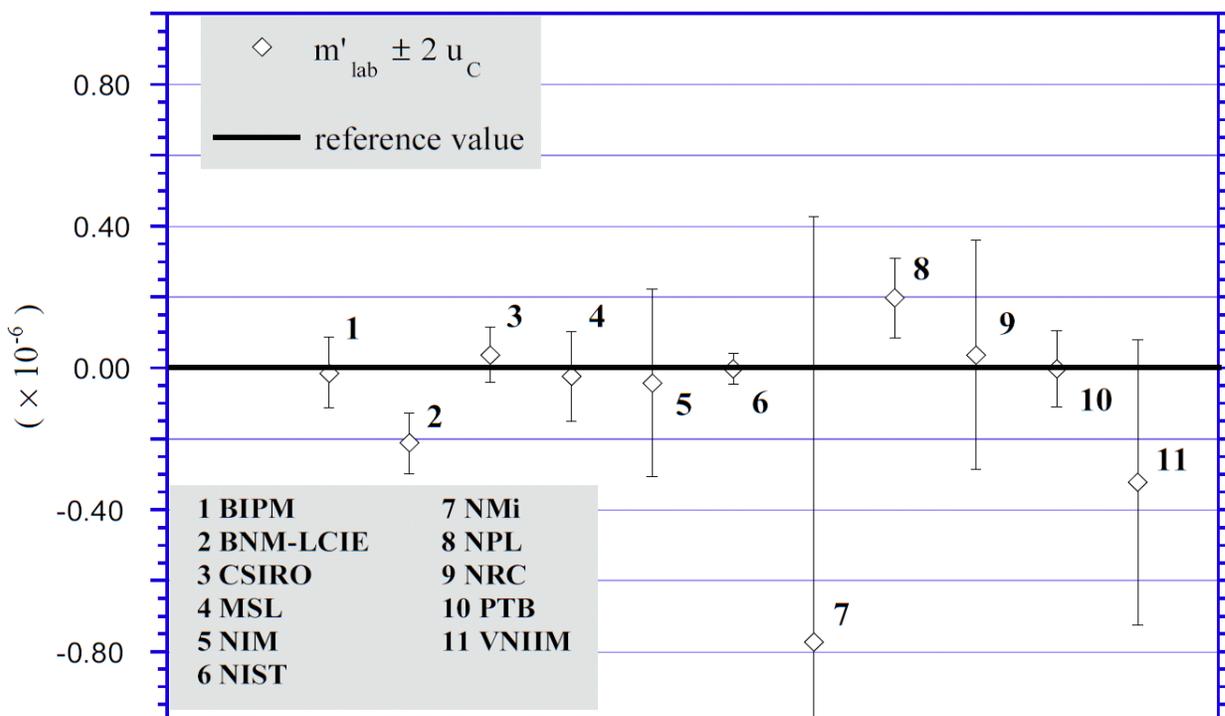


Рис.2. Результаты ключевых сличений эталонов электрической емкости (http://kcdb.bipm.org/AppendixB/appbresults/ccem-k4/ccem-k4_final_report.pdf).

Участники сличений: NIST- National Institute of Standards and Technology (USA, SIM) – Pilot, BIPM- Bureau International des Poids et Mesures, BNM-LCIE – Bureau National de Métrologie, Laboratoire Central des Industries Électriques (France, EUROMET), CSIRO-NML – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – National Measurement Laboratory (Australia, APMP), MSL – Measurement Standards Laboratory (New Zealand, APMP), NIM – National Institute of Metrology (China, APMP), NMi - Nederlands Meetinstituut (Netherlands, EUROMET), NPL – National Physical Laboratory (UK, EUROMET), NRC – National Research Council (Canada, SIM), PTB – Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Germany EUROMET/COOMET), VNIIM – D. I. Mendeleev Institute for Metrology (Russia, COOMET)

ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Разные метрологические институты демонстрируют разную точность измерений. По вертикали отложено отклонение от номинальной величины, которое продемонстрировали участники сличений.

По инициативе международных метрологических организаций в октябре 1999 г. директора национальных метрологических институтов большинства стран мирового сообщества – членов Метрической конвенции подписали "Договоренность" о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов на измерения и калибровки, выдаваемых национальными метрологическими институтами". [3] Согласно этому документу степень эквивалентности национальных эталонов будет определяться на основе результатов их международных сличений друг с другом, проводимых под эгидой консультативных комитетов МБМВ и региональных метрологических организаций и являющихся юридической основой признания эквивалентности сличаемых эталонов и соответственно правильности измерений и сертификационных испытаний в странах – участников ключевых сличений.

Периодичность сличения эталонов устанавливается в зависимости от стабильности значений величин, воспроизводимых эталонами, точности эталонов, принципами воспроизведения единиц, заложенными в эталоны, и ряда других технических и экономических факторов. Например, эталоны единиц массы и длины сличают раз в 15 – 25 лет, эталоны ряда электрических и световых единиц - раз в 3 – 5 лет. Не смотря на исключительно высокую точность современных эталонов времени и частоты (относительная погрешность воспроизведения единицы порядка 10^{-13} с) международные сличения таких эталонов проводят постоянно с использованием специальных каналов спутниковой связи. Это необходимо для поддержания на высоком уровне точности всемирной шкалы времени.

Уровень развития метрологии в стране определяется количеством ее

калибровочных и измерительных возможностей, как правило, полученных по итогам международных сличений.

На рис.3. показана динамика калибровочных и измерительных возможностей России и ряда зарубежных стран. В настоящее время Россия занимает второе место после США, незначительно опережая Германию. В последние годы количество калибровочных и измерительных возможностей многих стран возрастало слабо или даже уменьшалось. Несмотря на это, Россия и Китай демонстрируют уверенный рост, который многие специалисты связывают с развитием промышленности и, как следствие, ростом вложений в метрологию.

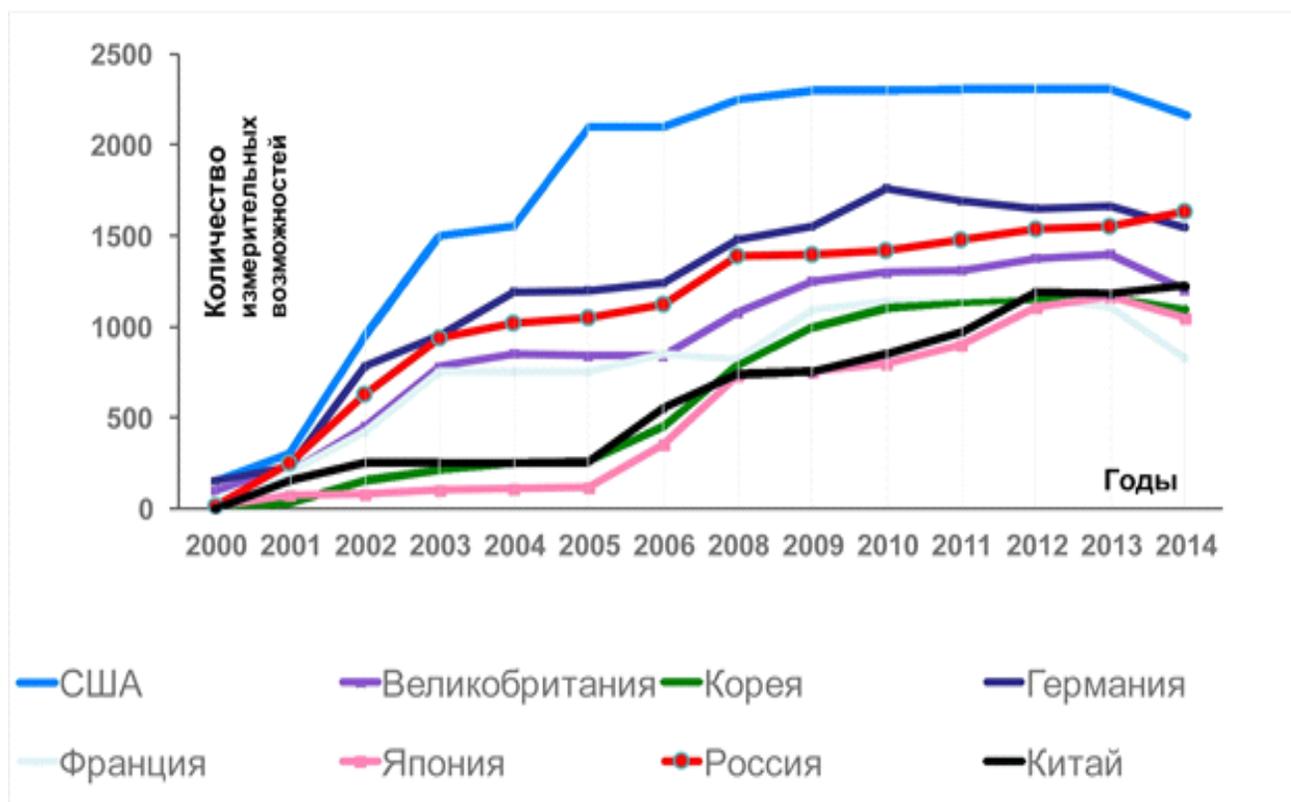


Рис.3. Динамика изменения калибровочных и измерительных возможностей России и ряда зарубежных стран. (<http://www.bipm.org>)

1.1. Экономические вопросы метрологии

К числу наиболее общих тенденций, определяющих основные направления развития мировой экономики, науки и техники, можно отнести: инновационный характер действующих экономических систем; глобализацию мировых отношений; стремительное развитие информационных технологий. Эти тенденции приводят к ужесточению требований к метрологическим структурам ведущих в технологическом отношении стран мира, поскольку именно уровень развития метрологии определяет состояние и экономики, и науки, и техники. Объемы государственного финансирования метрологии в разных странах неуклонно растут, наиболее значительный рост наблюдается в Китае и Индии см. рис.4. [4] В последние годы особую актуальность приобретают вопросы эффективности соответствующих капиталовложений, и в связи с этим наблюдается активизация исследований в сфере экономической метрологии.

Анализируя ситуацию в метрологии, специалисты отмечали, что даже незначительное улучшение ситуации в метрологии может принести значительный экономический эффект. В работе [5] изложены результаты исследований, проведенных в 2000-2002 г.г при поддержке ЕС и посвященных анализу экономической роли измерений и испытаний в современной Европе. Было установлено, что затраты на метрологию в объеме 1% от ВВП ЕС (учтены все виды измерений) дают прирост ВВП на 2,7%. Иными словами, на каждый вложенный в метрологию 1 евро экономика получает прибыль около 3 евро (в СССР оценка данного показателя составляла примерно 1:10)

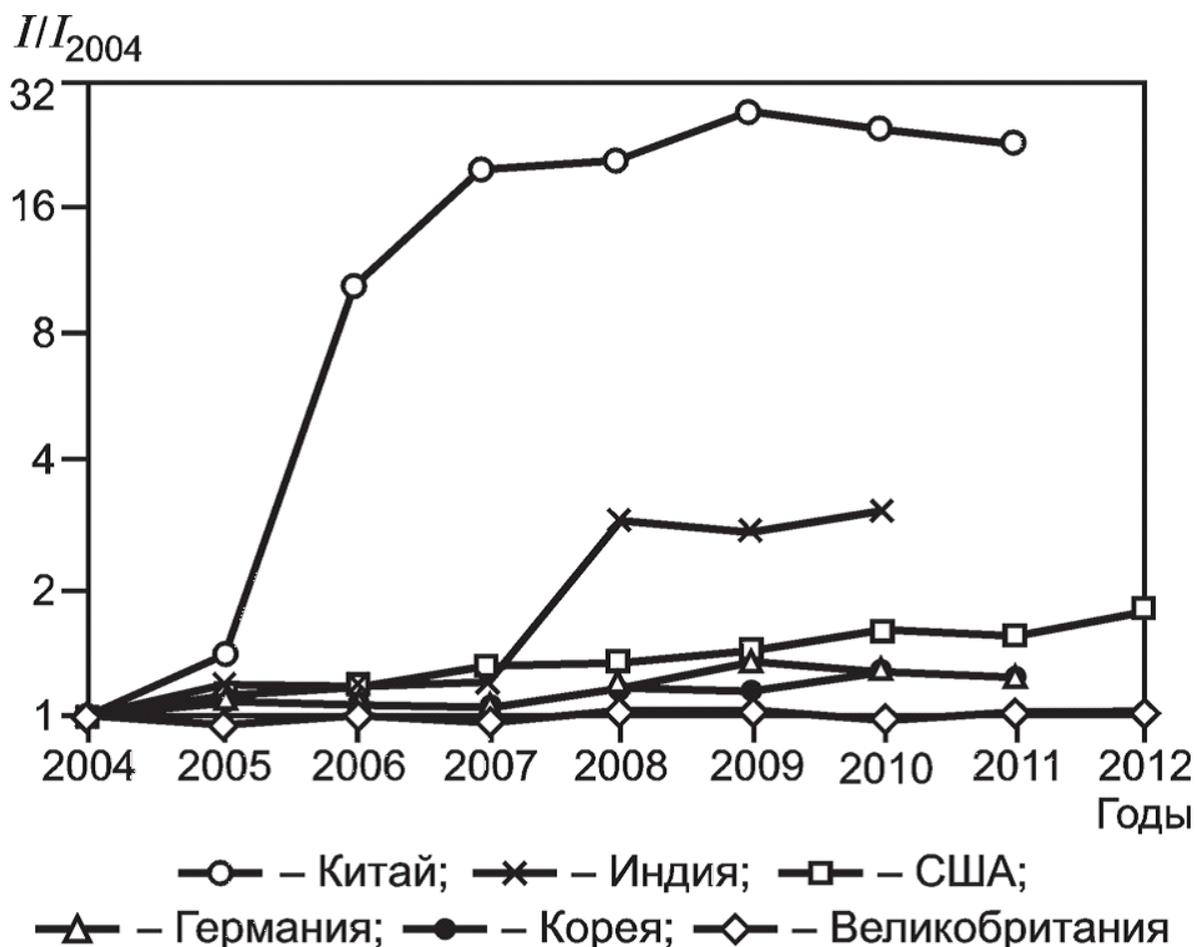


Рис.4. Относительный рост государственных инвестиций в метрологию ряда стран. I и I_{2004} – инвестиции 2014 г. и 2004 г. соответственно

1.2. Метрология в Российской Федерации.

Первое государственное поверочное учреждение – Депо образцовых мер и весов было организовано при Петербургском монетном дворе в 1841 году в соответствии с принятым Указом "О системе Российских мер и весов", узаконившим ряд мер длины, объема и веса. [6] Основными задачами Депо являлись: хранение эталонов, составление таблиц русских и иностранных мер, изготовление менее точных по сравнению с эталонами образцовых мер и рассылка последних в регионы страны. Поверка мер и весов на местах была вменена в обязанность городским думам, управам и казенным палатам. Были

организованы "ревизионные группы", включающие представителей местных властей и купечества, имеющие право изымать неверные или неклеименные меры, а владельцев таких мер привлекать к ответственности. Таким образом, в России были заложены основы единой государственной метрологической службы.

В 1893 г. в Петербурге на базе Депо была образована Главная палата мер и весов, которую возглавлял до 1907 г. великий русский ученый Д. И. Менделеев. Именно в это время начали проводиться серьезные метрологические исследования. Д. И. Менделеев вложил много сил в развитие и совершенствование поверочного дела; была образована сеть поверочных палаток, осуществляющих поверку, клеймение и ремонт мер и весов, контроль за их правильным применением. В 1900 г. при Московском окружном пробирном управлении состоялось открытие Поверочной палатки торговых мер и весов. Так было положено начало организации метрологического института в Москве (в настоящее время – Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы – ВНИИМС).

Метрическая система мер и весов введена декретом Совнаркома РСФСР 14 сентября 1918 года (с этой даты начался «нормативный этап» российской метрологии). Присоединение СССР к Международной метрической конвенции произошло в 1924 году, также как и создание в России комитета по стандартизации.

В 1930 г. произошло объединение метрологии и стандартизации. Была проведена большая работа по изучению состояния метрологической деятельности. Опыт, полученный в эти годы, оказался полезным во время Великой Отечественной войны, когда потребовалось быстрое восстановление измерительного хозяйства на эвакуированных предприятиях и приспособление его к задачам военного производства. После окончания войны сеть поверочных и метрологических организаций начала стремительно воссоздаваться. Были

организованы новые метрологические институты.

В 1954 г. был образован Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР (в дальнейшем Госстандарт СССР). В 1960 г. была создана «Международная система единиц», в СССР она начала применяться с 1981 г. (ГОСТ 8.417-81). В 1973 г. в СССР была утверждена Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). После распада СССР управление метрологической службой России осуществляет Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии (Госстандарт России). В 1993 г. были приняты: первый закон РФ «Об обеспечении единства измерений», законы РФ «О стандартизации» и «О сертификации продукции и услуг». Установлена ответственность за нарушение правовых норм и обязательных требований стандартов в области единства измерений и метрологического обеспечения. В настоящее время все измерения в России подчиняются Федеральному закону N 102-ФЗ от 26.06.2008 г. "Об обеспечении единства измерений".

Согласно этому закону эталон единицы величины – техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины. Процедура передачи единицы осуществляется при поверке средств измерений в соответствии с поверочной схемой см. рис.5.

Поверочная схема устанавливает порядок передачи размера одной или нескольких взаимосвязанных единиц или шкал физических величин от эталонов рабочим средствам измерений.

Выделяют следующие виды эталонов:

1. **Первичный эталон** — это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Первичный эталон может быть национальным (государственным) и международным.
2. **Эталон копия** – применяется вместо государственного эталона для

хранения единицы и передачи её размера рабочим эталонам. Эталон копия не всегда является физической копией государственного эталона, а применяется в качестве копии только по метрологическому назначению.

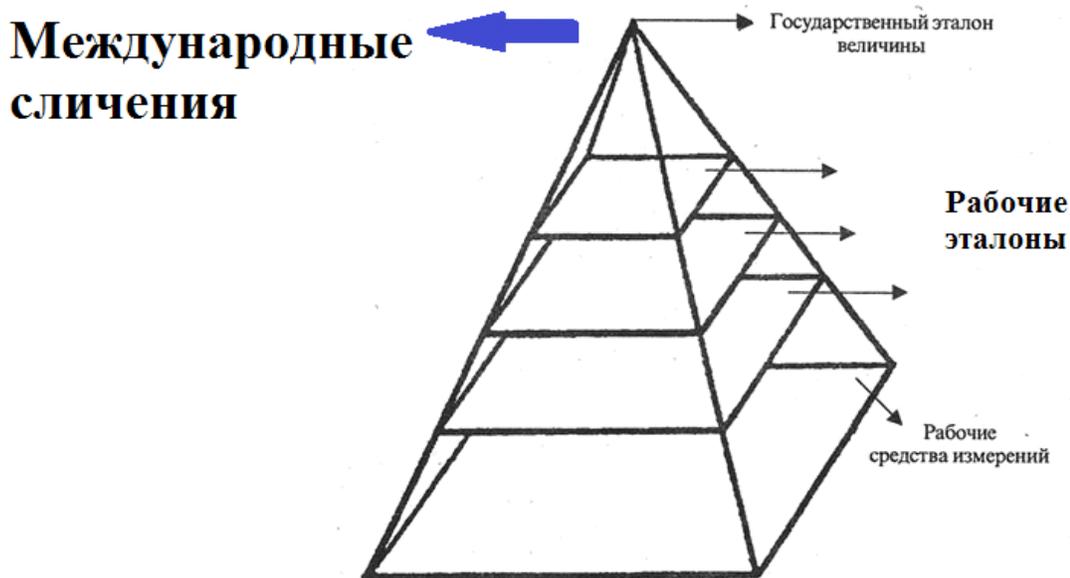


Рис.5. Общая логика поверочной системы

3. **Вторичный эталон** — эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы.
4. **Эталон сравнения** — эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.
5. **Исходный эталон** — эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами (в данной лаборатории, организации, на предприятии), от которого передают размер единицы подчиненным эталонам и имеющимся средствам измерений.
6. **Одиночный эталон** — эталон состоящий из одной меры, одного измерительного прибора или одной измерительной установки, обеспечивающих воспроизведение или хранение единицы самостоятельно,

без других средств измерений того же типа.

7. **Групповой эталон** – эталон, состоящий из совокупности однотипных мер, измерительных приборов или других средств измерений, применяемых как одно целое для повышения надежности хранения единицы. Размер единицы, хранимой групповым эталоном, определяется как среднее арифметическое их значений, найденных с помощью отдельных мер или измерительных приборов, входящих в групповой эталон. Групповые эталоны могут быть постоянного и переменного состава. В групповые эталоны переменного состава входят меры или измерительные приборы, периодически заменяемые новыми. Отдельные меры или измерительные приборы, входящие в групповой эталон, применяют в качестве рабочих эталонов, если это допустимо по условиям хранения единицы.
8. **Рабочий эталон** — эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений, согласно утвержденной ГОСТ поверочной схеме, на вершине которой находится Государственный первичный эталон (ГПЭ) (рис. 5).

1.4. Государственные первичные эталоны Российской Федерации.

Эталонная база РФ в настоящее время насчитывает 165 государственных первичных эталонов (ГПЭ) и более 110 тыс. рабочих эталонов [8] (<http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON>). Поскольку государственные эталоны служат для воспроизведения физических величин, структура эталонной базы соответствует структуре единиц СИ. Основа этой базы — эталоны основных единиц СИ. Наряду с основными единицами СИ в состав эталонной базы России входят эталоны производных единиц.

В настоящее время в России существуют эталоны всех основных единиц, кроме эталона единицы количества вещества (моль). [7] Основные единицы СИ это: единица времени – секунда, длины – метр, массы – килограмм, постоянного

тока – ампер, термодинамической температуры – кельвин, количества вещества – моль и силы света – кандела. Одной из причин того, что эталон единицы количества вещества не создан, является недостаточная четкость определения этой единицы и отсутствие метода ее измерения в соответствии с определением. Тем более, эту единицу трудно назвать основной, так как ее определение неразрывно связано с единицей массы. Вполне возможно, что эта единица будет переведена в разряд специальных единиц массы.

Производные единицы выражаются в основных единицах с использованием математических символов умножения и деления. Отдельную группу составляют специальные эталоны — это эталоны, обеспечивающие воспроизведение единицы в особых условиях (смена характера объекта измерений) и заменяющий для этих условий первичный эталон. Единица, воспроизводимая с помощью специального эталона, согласована по размеру с единицей, воспроизводимой с помощью соответствующего первичного эталона.

ГПЭ Российской Федерации находятся в Национальных Метрологических Институтах – Институтах-хранителях: ВНИИМ, ВНИИОФИ, ВНИИМС, ВНИИФТРИ, ВНИИР, УНИИМ, СНИИМ (рис.6.) Крупнейшие из них: Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева (ФГУП ВНИИМ) и Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП ВНИИФТРИ). Во ВНИИМ хранится 54, а во ВНИИФТРИ – 51 ГПЭ. (см. таблицу 1.)

Каждый ГПЭ Российской Федерации имеет свой номер в Гос. реестре, по которому можно определить не только его порядковый номер, но и год последней модернизации. С течением времени количество эталонов России увеличивалось, создавались принципиально новые методики измерений, в связи с чем, некоторые установки объединялись, а устаревшие системы лишались статуса ГПЭ. Номер самого последнего из утвержденных на сегодняшний день

ГПЭ – гэт215-2015 (Государственный первичный специальный эталон единицы внутриглазного давления). Т.е. за более чем 90-летнюю историю отечественной метрологии 50 эталонов из 215 (около 23%) были выведены из состава государственных первичных эталонов. В настоящее время решение о модернизации каждого конкретного эталона и его статусе принимает коллегия Росстандарта в соответствии со Стратегией Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

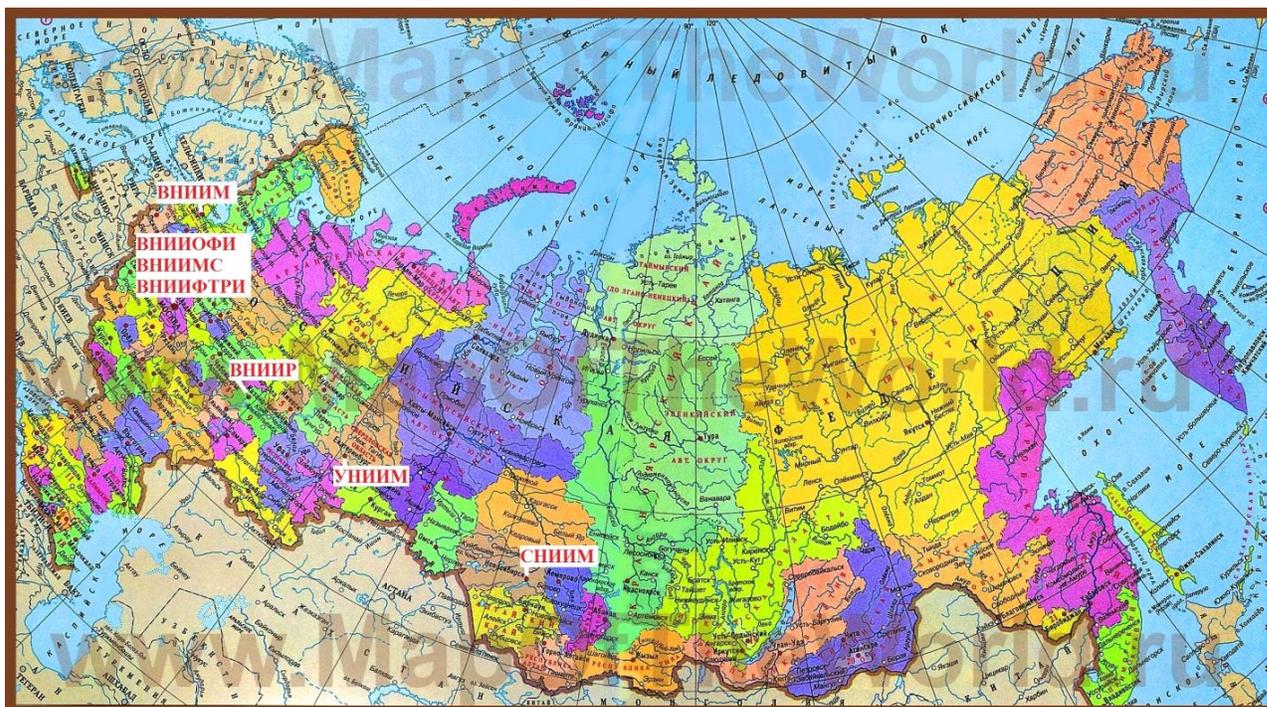


Рис.6. Институты-хранители ГПЭ Российской Федерации на карте России. [7]

В соответствии с международными стандартами ГПЭ Российской Федерации распределены по метрологическим областям так, как показано в таблице 1. Большое всего ГПЭ относится к измерительной области Электричество и Магнетизм, к измерительной области Время и Частота относится только 1 эталон.

Настоящая работа была выполнена в рамках НИР «Оценка влияния метрологии на экономику Российской Федерации и определение экономической

эффективности государственных первичных эталонов» и разработки методики определения востребованности государственных первичных эталонов, целесообразности их создания, модернизации и снятия статуса ГПЭ. Цель настоящей работы оценить востребованность существующих на сегодняшний день ГПЭ Российской Федерации на основе исследования следующих параметров: участие эталона в Международных сличениях и количества рабочих эталонов, прослеживаемых, согласно поверочной схеме, к данному ГПЭ. Россия – большая страна и институты-хранители ГПЭ расположены на ее территории неравномерно. В регионах России поверку рабочих средств измерения проводят Центры Стандартизации и Метрологии (ЦСМ) или других аккредитованные для этого организации. Поэтому наряду с участием в международных сличениях и числом рабочих эталонов востребованность ГПЭ была оценена по числу средств измерения, поверенных в течение одного месяца прошлого года в одном из региональных ЦСМ. Для этого анализа были использованы данные информационной базы АИС «Метрконтроль». До настоящего времени подобный анализ этой базы не проводился.

Таблица 1. Распределение количества эталонов по областям измерений и метрологическим научно-исследовательским институтам (ГНМИ) (По данным базы данных <http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON> «Реестр государственных первичных эталонов России» [7])

Количество эталонов		Метрологическая область								
		Акустика, Ультразвук и Вибрация	Электричество и магнетизм	Длина и угол	Масса, сила, давление и вязкость	Фотометрия и радиометрия	Физико-химические измерения	Радиация и ионизирующее излучение	Термометрия	Время и Частота
ГНМИ	165	AUV 9	EM 44	L 17	M 27	PR 22	QM 15	RI 14	T 17	TF 1
ВНИИМ	54	3	12	7	12	2	4	8	7	
ВНИИФТРИ	51	6	18	1	6		6	6	7	1
ВНИИОФИ	28		3	2	1	20	1		1	
ВНИИР	7				6		1			
СНИИМ	6		5						1	
УНИИМ	10		2	2	2		3		1	
ВНИИМС	9		4	5						

ГЛАВА II. Анализ востребованности государственных первичных эталонов Российской Федерации

2.1. Калибровочные и измерительные возможности Российской Федерации

Для получения информации об участии государственных первичных эталонов в международных сличениях были проанализированы открытые данные информационной базы Росстандарта. [7] Результатом этого анализа является таблица, которая показывает соотношение всех ГПЭ к эталонам, принимавшим участие в международных сличениях.

Таблица 2. *Распределение ГПЭ, которые принимали участие в международных сличениях, по метрологическим областям.*

Метрологическая область	Всего эталонов	Число эталонов, участвовавших в сличениях	Число эталонов, не участвовавших в международных сличениях
AUV – Акустика, Ультразвук и Вибрация	9 (100 %)	6 (67 %)	3 (33 %)
EM – Электричество и магнетизм	44 (100 %)	29 (66 %)	15 (33 %)
L – Длина и угол	16(100 %)	9 (56 %)	7 (44 %)
M – Масса, сила, давление и вязкость	26 (100 %)	20 (77 %)	6 (23 %)
PR – Фотометрия и радиометрия	22 (100 %)	6 (27 %)	16 (73 %)
QM – Физико-химические измерения	15 (100 %)	11 (73 %)	4 (27 %)
RI – Радиация и ионизирующие излучения	14 (100 %)	7 (50 %)	7 (50 %)
T – Термометрия	17 (100 %)	6 (35 %)	11 (65 %)
TF – Время и Частота	1 (100 %)	1(100 %)	(0 %)
Всего	165 (100%)	95(58 %)	70 (42 %)

Больше всего ГПЭ, которые не принимали участие в международных

сличениях, относится к областям измерений: Фотометрия и радиометрия и Радиация и ионизирующие излучения. Какой-либо зависимости сличения или несличения ГПЭ от года его утверждения выявлено не было. В ходе обсуждения причин несличения большого числа ГПЭ с учеными-хранителями некоторых эталонов и руководством ВНИИМ было выявлено несколько обстоятельств. Во-первых, ГПЭ мог быть утвержден недавно, и принять участие в международных сличениях еще не успел. Очевидно, что это может быть объяснением только для ограниченного числа случаев. Во-вторых, возможны ситуации, когда зарубежные аналоги ГПЭ Российской Федерации отсутствуют, либо зарубежные метрологические институты отказываются принимать участие в соответствующих сличениях. В-третьих, в ряде случаев отмечалось отсутствие необходимого бюджетного финансирования (по закону только оно может быть источником покрытия издержек на участие в сличениях).

В целом, необходимость участия в международных сличениях оспариваться не может и, очевидно, информация о них должна учитываться при обсуждении востребованности того или иного эталона, равно как и вопрос о том, насколько точность измерения физической величины, обеспечиваемая ГПЭ, соответствует уровню, который демонстрируют во время сличений страны-партнеры. (см. рис. 2.)

Согласно базе данных МБМБ из 98 стран-членов и ассоциированных членов Метрической конвенции Россия занимает 8 место по числу участий лабораторий страны в ключевых сличениях, уступая Германии, США, Великобритании, Японии, Франции, Корею и КНР. А по числу сличений, где страна предоставляет пилотную лабораторию, Россия занимает 9 место, уступая помимо всех вышеперечисленных государств еще и Нидерландам (см. Рис.7). На рисунке желтым показано общее число сличений, в которых принимала участие страна, а зеленым – количество сличений, в которых Национальные Метрологические Институты страны являлись лабораторией-пилотом.

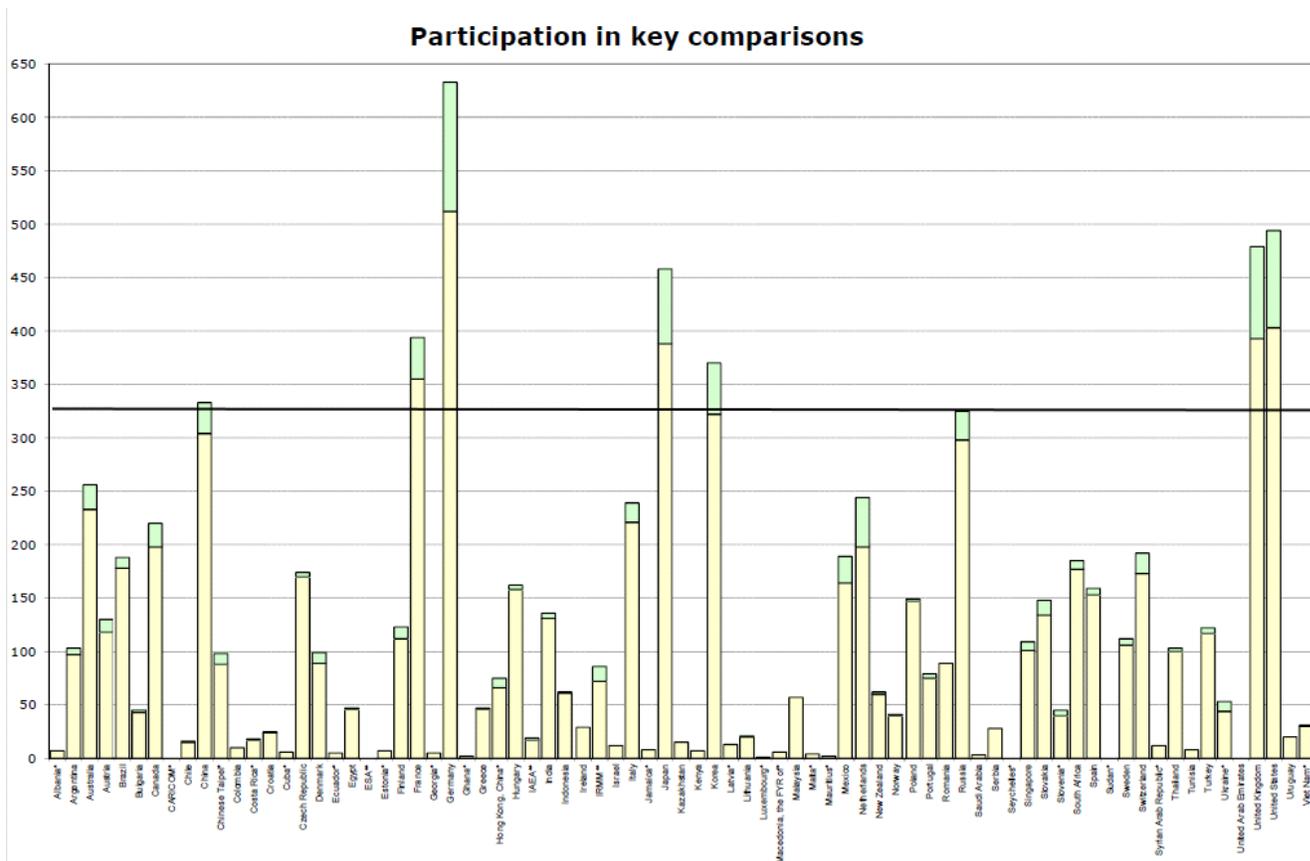


Рис.7. Данные МБМВ по участию стран в ключевых сличениях. [1]

Ранее было указано, что уровень развития метрологии в стране определяется количеством ее калибровочных и измерительных возможностей, которые, как правило, страна получает по итогам международных сличений. В таблице 3 показано распределение количества строк СМС, опубликованных на сайте <http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON>, распределенное по метрологическим областям и метрологическим институтам. Больше всего измерительных возможностей демонстрируют ГПЭ, находящиеся на хранении во ВНИИМ (1208 из 1650). У России больше всего измерительных возможностей в области физико-химических измерений (556 из 1650), причем большинство из них (424 из 556) связано с ГЭТ 154-2011 (Государственный первичный эталон единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах). Это объясняется тем, что этот эталон –

совокупность нескольких установок, позволяющих измерять концентрации различных веществ в газовых средах. Каждый из измеряемых параметров был продемонстрирован во время международных сличений.

Таблица 3. Распределение количества строк СМС, опубликованных в КСДВ ВІРМ, по институтам и областям измерений (По данным базы данных <http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON> «Реестр государственных первичных эталонов России» [7])

Количество эталонов		Метрологическая область								
		Акустика, Ультразвук и Вибрация	Электричество и магнетизм	Длина и угол	Масса, сила, давление и вязкость	Фотометрия и радиометрия	Физико-химические измерения	Радиация и ионизирующее излучение	Термометрия	Время и Частота
ГНМИ	1650	AUV 72	EM 325	L 21	M 66	PR 108	QM 556	RI 329	T 137	TF 361
ВНИИМ	1208	30	147	16	51	9	534	295	126	
ВНИИФТРИ	255	42	117		10		5	34	11	36
ВНИИОФИ	99					99				
ВНИИР	3				3					
СНИИМ	43		42		1					
УНИИМ	21		2	2			17			
ВНИИМС	21		17	3	1					

На рис. 8 показано среднее количество калибровочных и измерительных возможностей, которое приходится на один ГПЭ в разных институтах-хранителях ГПЭ России. Крупнейший институт-хранитель ГПЭ,

старейший государственный метрологический институт России – ВНИИМ им. Д. И. Менделеева. В среднем этот институт имеет 22 калибровочных и измерительных возможностей в разных метрологических областях. Безусловными лидерами в этом показателе являются ГПЭ, которые находятся на хранении во ВНИИМ и относятся к области физико-химических измерений: 4 ГПЭ обладают 534 измерительными возможностями.

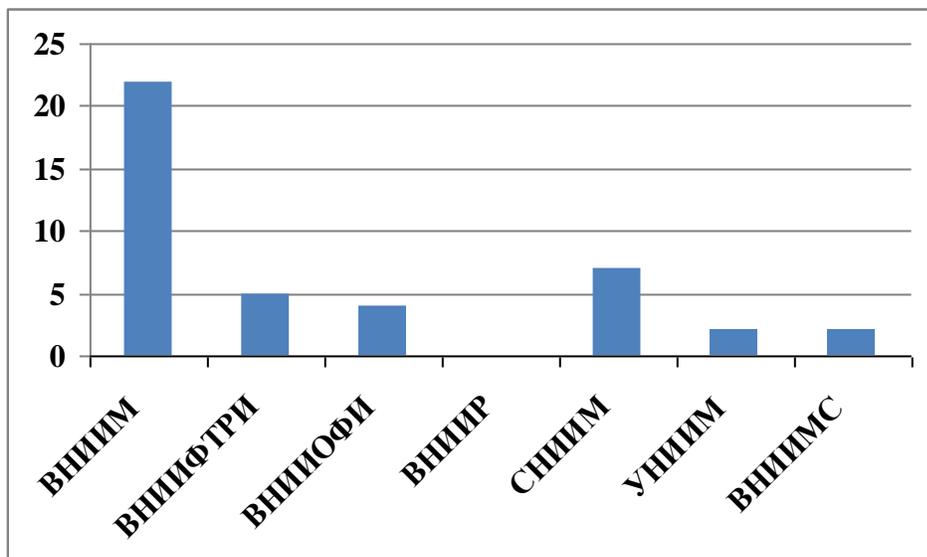


Рис.8. Среднее количество измерительных возможностей, приходящееся на один ГПЭ в разных институтах-хранителях Российской Федерации.

Для дальнейшего анализа использованы данные со страницы «Международные сличения эталонов России». (http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,CMP_RU,RU) Поскольку в разных метрологических областях есть данные о сличениях за разные годы, то для определенности рассматривались сличения, проведенные с 2000 по 2016 гг.

Для целей анализа была проведена классификация сличений по двум параметрам: статусу организаторов и числу участников. В качестве организаторов выделялись ВРМ, консультативные комитеты по видам измерений, региональные метрологические организации и СООМЕТ. Кроме

того, фиксировалось, являлись сличения ключевыми или дополнительными. Россия участвовала в сличениях со всеми международными организациями кроме GULFMET. В сличениях, организованных VIPM, консультативными комитетами по различным видам измерений и EURAMET Россия, как правило, была единственным представителем COOMET. В сличениях, проводимых COOMET, Россия в подавляющем большинстве случаев являлась лабораторией-пилотом. В этом статусе Россия (ВНИИМ им. Д.И Менделеева) выступала в двух дополнительных сличениях в метрологической области Электричество и магнетизм, организованных APMR. Наличие такого статуса почетно, хотя и требует дополнительных затрат. Выступление России в роли лаборатории-пилота доказывает международное признание высокого уровня калибровочных и измерительных возможностей России.

На основании данных сайта http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETRU_CMC,RU была предпринята попытка установить соответствие количества строк СМС и ГПЭ. Данная классификация оказалась невозможна из-за того, что значительное количество измерительных возможностей в базе данных либо не распределено по государственным первичным эталонам, с которыми они связаны, либо «привязано» к установкам, не имеющим в обозначении титула эталона, хотя возможно (и, скорее всего) таковыми являющимися (например, «отд.206.1. ВНИИМС» в метрологической области «Электричество и магнетизм» связан с 7 метрологическими сервисами и дает 13 строк СМС). Наиболее проблемными областями измерений с этой точки зрения являются «Фотометрия и радиометрия» и «Длина и угол», наименее проблемными «Акустика, ультразвук и вибрация» и «Время и частота».

2.2. Рабочие эталоны.

На рис. 9 показано распределение ГПЭ по относительному числу рабочих эталонов, восходящих согласно поверочной схеме к данному ГЭТ.

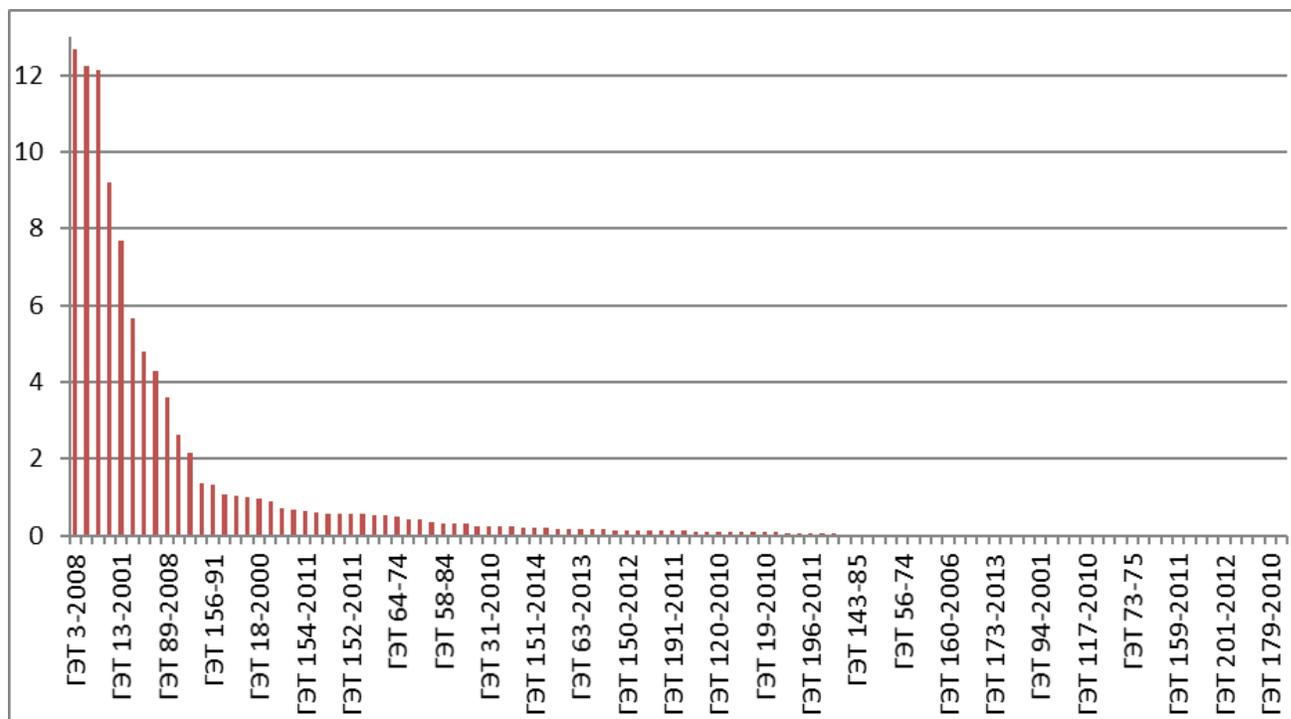


Рис. 9. Распределение ГПЭ по относительному числу рабочих эталонов, восходящих согласно поверочной схеме к данному ГЭТ. По горизонтали отложен номер ГЭТ, а по вертикали – относительное число рабочих эталонов (в %). (http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETLN_EV)

В целях исследования уровня востребованности ГПЭ, они были разбиты на 3 группы в соответствии с количеством восходящих к ним рабочих эталонов. К первой группе были отнесены те ГПЭ, у которых число рабочих эталонов составляет более 1000, ко второй группе были отнесены те, у которых число рабочих эталонов составляет от 100 до 1000 и к третьей группе были отнесены те, у которых число рабочих эталонов менее 100. На рис.10 зеленым показано относительное число ГПЭ, которые участвовали в международных сличениях, красным – относительное число ГПЭ, которые не участвовали в

международных сличениях, желтым обозначена доля ГПЭ, по которым в базе данных <http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON> данные о международных сличениях отсутствуют. Из рисунка видно, что все эталоны, относящиеся к первой группе, участвовали в международных сличениях. В последней группе доля эталонов, не участвовавших в международных сличениях больше, чем во второй. Таким образом, участие в международных сличениях можно считать одним из важных критериев востребованности ГПЭ.

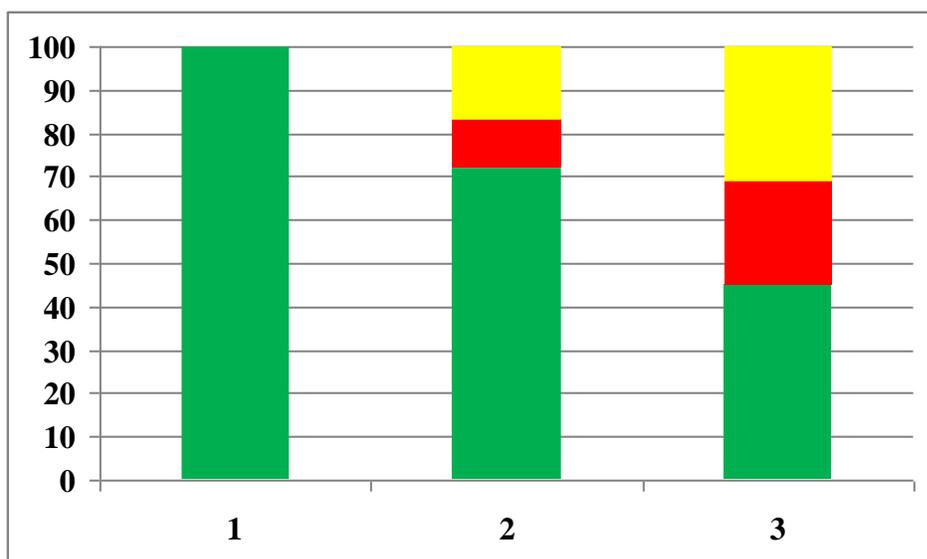


Рис. 10. 1 группа ГПЭ, у которых число рабочих эталонов составляет более 1000 (19 эталонов), 2 группа ГПЭ, у которых число рабочих эталонов составляет от 100 до 1000 (46 эталонов), 3 группа ГПЭ, у которых число рабочих эталонов менее 100 (99 эталонов).

Зеленым показано относительное число ГПЭ, которые участвовали в международных сличениях (в %), красным – относительное число ГПЭ, которые не участвовали в международных сличениях (в%), желтым обозначена доля ГПЭ, по которым в базе <http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON> данные о международных сличениях отсутствуют (в %).

2.3. Средства измерений.

В рамках настоящей работы также было исследовано количество поверок средств измерений, выполненных в региональных Центрах Стандартизации и Метрологии (ЦСМ) Российской Федерации за 2013-2016 гг. [8] На рис.11. представлена соответствующая статистика. За указанный период общее число поверок составляло от 20 до 27,7 млн. в год, а среднее число поверок в месяц составляло от 1,7 до 2,3 млн. В 2013-2015 гг. в январе и феврале было проведено значительно меньше поверок, чем в среднем в течение года. В августе-декабре 2015 г. наблюдался резкий рост числа поверок средств измерений, который продолжился и в начале 2016 гг.

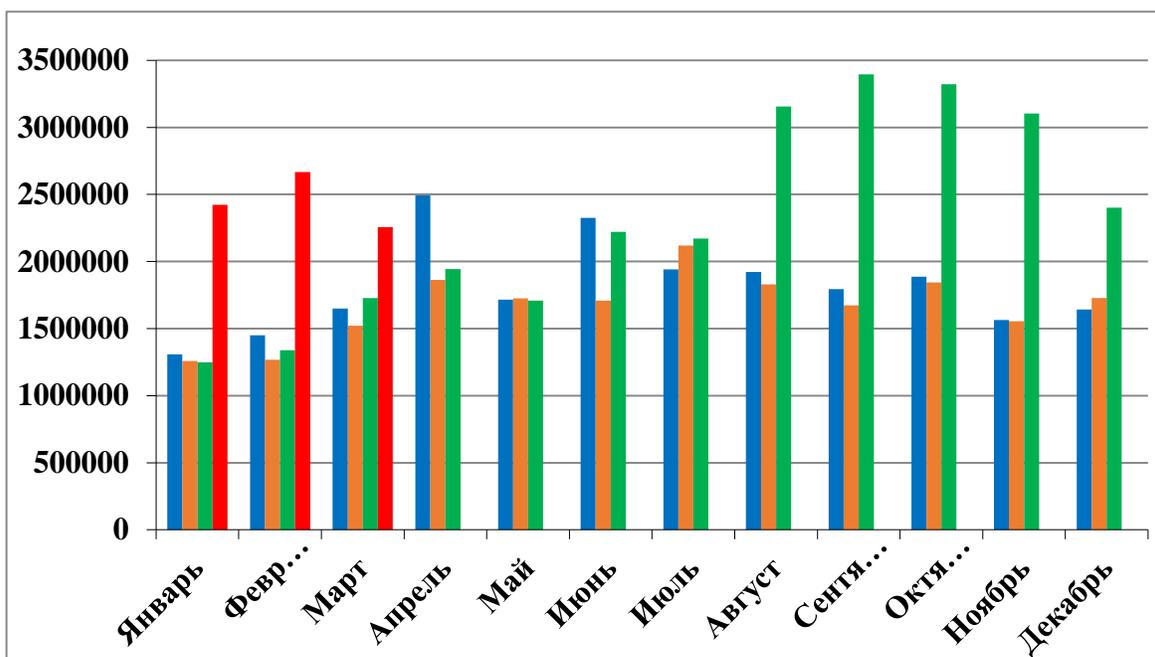


Рис.11. Количество выполненных поверок средств измерений в 2013, 2014, 2015 и 2016 г. (http://www.fundmetrology.ru/11_poverki/new/PoverStat.aspx)

На рис.12 представлено относительное число поверок и калибровок средств измерений (в процентах), распределенное по областям измерений, которое было проведено в ноябре 2014 и в ноябре 2015 г. (Использованы

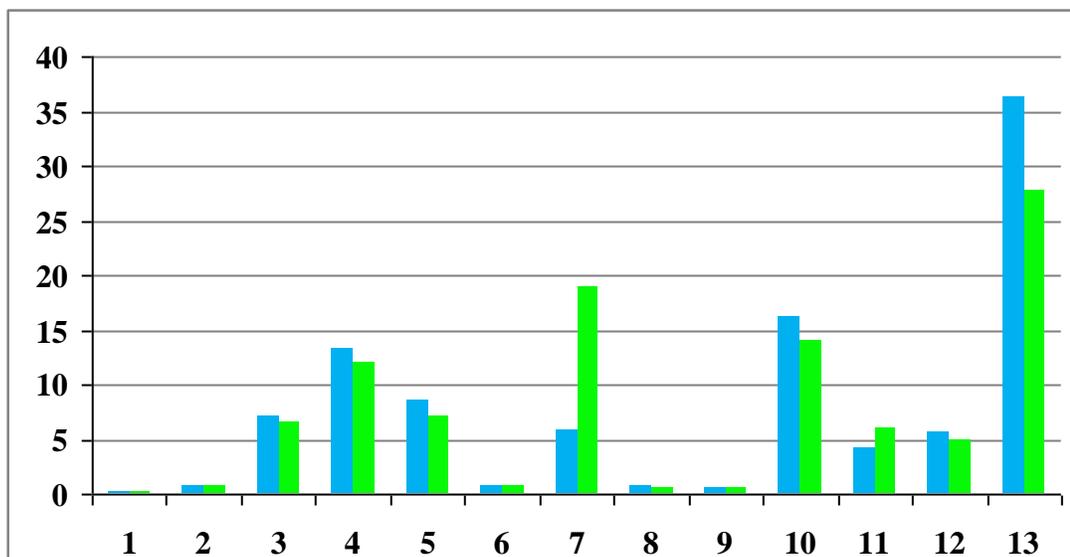


Рис.12. Относительное число проверок и калибровок средств измерений (в %), проведенных в ноябре 2014 г. и в ноябре 2015 г., распределенное по областям измерений. На горизонтальной шкале введены обозначения: 1 – виброакустические измерения, 2 – измерения времени и частоты, 3 – геометрические измерения, 4 – измерения давления и вакуума, 5 – механические измерения, 6 – параметры ионизирующих измерений, 7 – средства измерения медицинского назначения, 8 – оптические и оптофизические измерения, 9 – радиоэлектронные измерения, 10 – измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока, 11 – температурные и теплофизические измерения, 12 – физико-химические измерения, 13 – электрические и магнитные измерения. (По данным системы АИС «Метрконтроль» за ноябрь 2015 г.)

данные из базы АИС «Метрконтроль») Общее число проверок и калибровок средств измерений, проведенных в ноябре 2015 г., превышает аналогичный параметр за ноябрь 2014 г. (см. рис.11) За указанный период большинство проверок относилось к электрическим и магнитным измерениям, измерениям расхода, вместимости, уровня параметров потока и измерениям давления и

вакуума. Основной прирост связан с увеличением числа поверок средств измерений медицинского назначения, что можно объяснить, в частности, закупкой нового высокотехнологичного оборудования и введением нормативных актов, требующих обязательную поверку средств измерения в медицине. Меньше всего поверок происходит в области виброакустических измерений, в области измерений времени и частоты, при измерении параметров ионизирующих излучений, в области оптических и оптофизических измерений и в области радиоэлектронных измерений. Число поверок средств измерения в области электричество и магнетизм за указанный период уменьшилось примерно на 10%. Это можно объяснить замедлением темпов промышленного роста. От 5 до 9 % поверенных приборов в разных областях было признано негодными.

Огромное число поверок, выполненное в государственных метрологических организациях (рис.10), неравномерно распределено по регионам России. На рис.13 представлено количество поверок средств измерений, выполненных в государственных метрологических организациях разных регионов России за период с 2011 по 2015 гг. На этой диаграмме показаны не все регионы России. Москва и Санкт-Петербург являются здесь безусловными лидерами, они проводят в среднем 2,9 и 1,6 млн. поверок в год соответственно. Столь высокие показатели связаны не только с неравномерным распределением промышленных предприятий на территории России, но и с тем, что именно на территории Москвы и Санкт-Петербурга наряду с крупными ЦСМ, такими как ФБУ «Ростест-Москва» и ФБУ «Тест-С.-Петербург» расположены 4 из 7 институтов-хранителей ГПЭ: 3 в Москве (ВНИИМС, ВНИИОФИ, ВНИИФТРИ) и 1 в Санкт-Петербурге (ВНИИМ). Крупные промышленные регионы: Нижегородская, Новосибирская, Свердловская и Тюменская области занимают более скромные позиции, среднее число поверок в этих областях колеблется от 0,3 до 0,5 млн. в год. В регионах с более

скромными экономическими показателями: Калининградская, Мурманская области и Хабаровский край среднее число проверок меняется от 0,08 до 0,1 млн. в год.

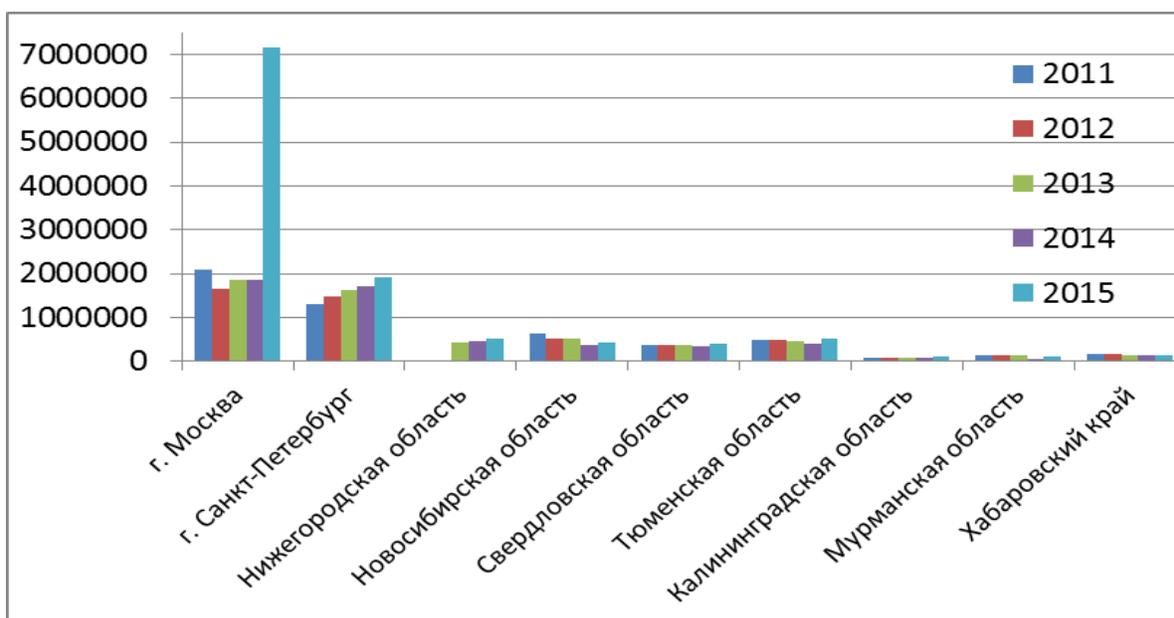


Рис.13. *Количество проверок средств измерений, выполненных в государственных и негосударственных метрологических организациях, в разных регионах России за период с 2011 по 2015 гг. [9]*

Для первоначального анализа поверенных средств измерений были выбраны два региона: Нижегородская область и Хабаровский край. Несмотря на то, что эти регионы не являются лидерами, они предоставляют достаточную выборку для анализа и именно поэтому являются показательными. Целью этого анализа было сравнить относительное число проверок и среднюю стоимость проверки одного средства измерения в этих ЦСМ в разных областях измерений.

2.3.1. Анализ базы данных АИС «Метрконтроль» по ФБУ «Хабаровский ЦСМ» и ФБУ «Нижегородский ЦСМ» за ноябрь 2015 г.

В таблице 4 представлено количество средств измерений, общая стоимость поверок и средняя стоимость поверки одного средства измерения в ФБУ «Хабаровский ЦСМ» и ФБУ «Нижегородский ЦСМ» в ноябре 2015 г. по данным системы АИС «Метрконтроль».

За ноябрь 2015 г. в Хабаровском ЦСМ больше всего поверок прошли средства измерений, относящиеся к области физико-химических измерений (782 из 4054) и средства измерения медицинского назначения (774 из 4054); меньше всего поверок было проведено в области виброакустических измерений (27 из 4054), в области оптических и оптико-физических измерений (45 из 4054) и в области температурных и теплофизических измерений (46 из 4054). За указанный период в Нижегородском ЦСМ больше всего поверок средств измерений (почти половина от общего числа) было проведено в области измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока (17636 из 35128), меньше всего поверок было проведено в области оптических и оптико-физических измерений (287 из 35128). Столь сильное различие числа средств измерений, поверенных в разных метрологических областях, может быть связано с особенностями экономической деятельности в этих регионах.

Из таблицы 4 видно, что общее число поверок, проведенных в Хабаровском ЦСМ, примерно в 8,5 раз меньше, чем общее число поверок в Нижегородском ЦСМ, это соответствует данным, показанным на рис.13. Это соотношение сохраняется почти во всех областях измерений, исключение составляет число поверок средств измерений медицинского назначения, измерения расхода вместимости и уровня параметров потока и физико-химические измерения. В обоих ЦСМ число поверенных приборов в области измерений медицинского назначения примерно одинаково. В

Таблица 4. Количество средств измерений, общая стоимость поверок и средняя стоимость поверки одного средства измерения в ФБУ «Хабаровский ЦСМ» и ФБУ «Нижегородский ЦСМ» в ноябре 2015 г. по данным системы АИС «Метрконтроль».

Область измерений	Хабаровский ЦСМ			Нижегородский ЦСМ		
	Количество средств измерений (шт)	Общая стоимость поверки (тыс.руб.)	Средняя стоимость поверки одного средства измерения (тыс.руб.)	Количество средств измерений	Общая стоимость поверки (тыс.руб.)	Средняя стоимость поверки одного средства измерения (тыс.руб.)
Виброакустические измерения	27	190,0	7	303	1313	4,3
Измерения времени и частоты	63	211,3	3,4	297	485	1,6
Геометрические измерения	182	221,2	1,2	2196	1622,3	0,7
Измерения давления и вакуума	630	196,7	0,3	4891	1418,4	0,3
Механические измерения	302	630,4	2,1	2290	2477,2	1,1
Параметры ионизирующих излучения	196	663,3	3,4	970	3516,2	3,6
Средства измерения медицинского назначения	774	1199,7	1,6	785	1149,9	1,5
Оптические и оптико-физические измерения	45	161,8	3,6	287	953,6	3,3
Радиоэлектронные измерения	61	403,7	6,6	376	2497,9	6,6
Измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока	657	923,0	1,4	17636	4398,5	0,2
Температурные и теплофизические измерения	46	158,6	3,4	848	1041,1	1,2
Физико-химические измерения	782	1147,6	1,5	2059	4139,9	2,0
Электрические и магнитные измерения	289	698,3	2,4	2190	6299,1	2,9
Итого	4054	6805,6		35128	31312,1	

Нижегородском ЦСМ число поверенных средств измерений, которые относятся к области расхода, вместимости, уровня параметров потока, почти в 27 раз превосходит число аналогичных средств измерения, поверенных в Хабаровском ЦСМ. В области физико-химических измерений количество устройств, поверенных в Нижегородском ЦСМ, примерно в 2,5 раза превышает число средств измерений, поверенных в Хабаровском ЦСМ.

Несмотря на то, что общее число поверок в указанных ЦСМ отличается почти на порядок, распределение относительного числа поверок по областям измерений близко за исключением указанных выше областей: средства измерения медицинского назначения, измерения расхода вместимости и уровня параметров потока и физико-химические измерения. (рис.14)

Данные, представленные на этом рисунке, в целом соответствуют результатам, показанным на рис.12 за ноябрь 2015 г. исключение составляют области 7, 10 и 13. Больше всего поверок в Нижегородском ЦСМ было проведено в области измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока, в Нижегородском ЦСМ больше всего поверок было проведено среди средств измерения медицинского назначения, среди средств измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока и в области физико-химических измерений. Меньше всего поверок средств измерения было проведено в области виброакустических измерений, в областях измерений времени и частоты, оптических и оптофизических измерений и радиоэлектронных измерений.

Согласно данным Таблицы 4 несмотря на то, что общее число поверок, проведенных в Хабаровском ЦСМ, примерно в 8,5 раз меньше, чем в Нижегородском ЦСМ, общий доход от поверок в Хабаровском ЦСМ примерно в 4,5 раза превышает аналогичный доход в Нижегородском ЦСМ. Это может быть связано не только с отличием общего числа поверок, проведенных в этих ЦСМ, но и с различием в стоимости поверки одного средства измерения. Поверка более сложного оборудования обходится дороже. На рис.15.

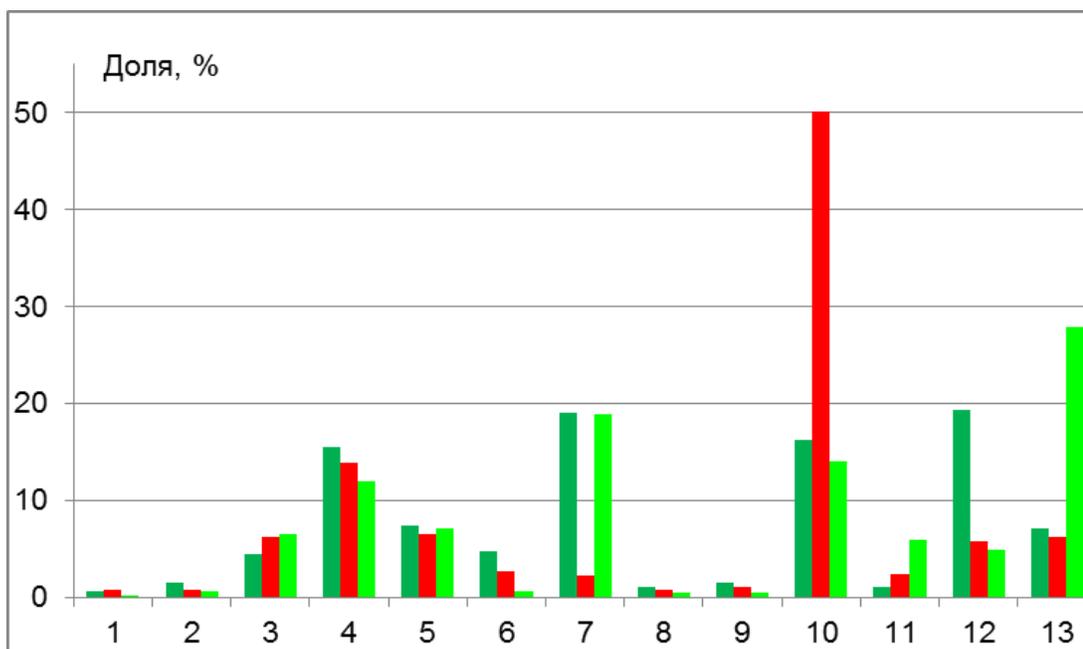


Рис.14. Сравнение относительного числа поверок (в %), проведенных в **Хабаровском** и **Нижегородском** ЦСМ с относительным числом поверок, проведенных в ноябре **2015 г** (рис.12), распределенное по разным областям измерений. На горизонтальной шкале введены обозначения: 1 – виброакустические измерения, 2 – измерения времени и частоты, 3 – геометрические измерения, 4 – измерения давления и вакуума, 5 – механические измерения, 6 – параметры ионизирующих излучений, 7 – средства измерения медицинского назначения, 8 – оптические и оптофизические измерения, 9 – радиоэлектронные измерения, 10 – измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока, 11 – температурные и теплофизические измерения, 12 – физико-химические измерения, 13 – электрические и магнитные измерения. (По данным системы АИС «Метрконтроль» за ноябрь 2015 г.)

представлено распределение средней стоимости поверки одного средства измерения для разных областей измерений. В областях измерений, обозначенных цифрами 4, 6, 7, 8 и 9, стоимость поверки в этих ЦСМ примерно одинакова. В областях измерений, обозначенных цифрами 1, 2, 3, 5, 10 и 11,

средняя стоимость поверки одного средства измерения в Хабаровском ЦСМ более чем в полтора раза превышает стоимость аналогичной услуги в Нижегородском ЦСМ. В остальных областях измерений превышение средней стоимости поверки средства измерения в Нижегородском ЦСМ составляет менее 50%.

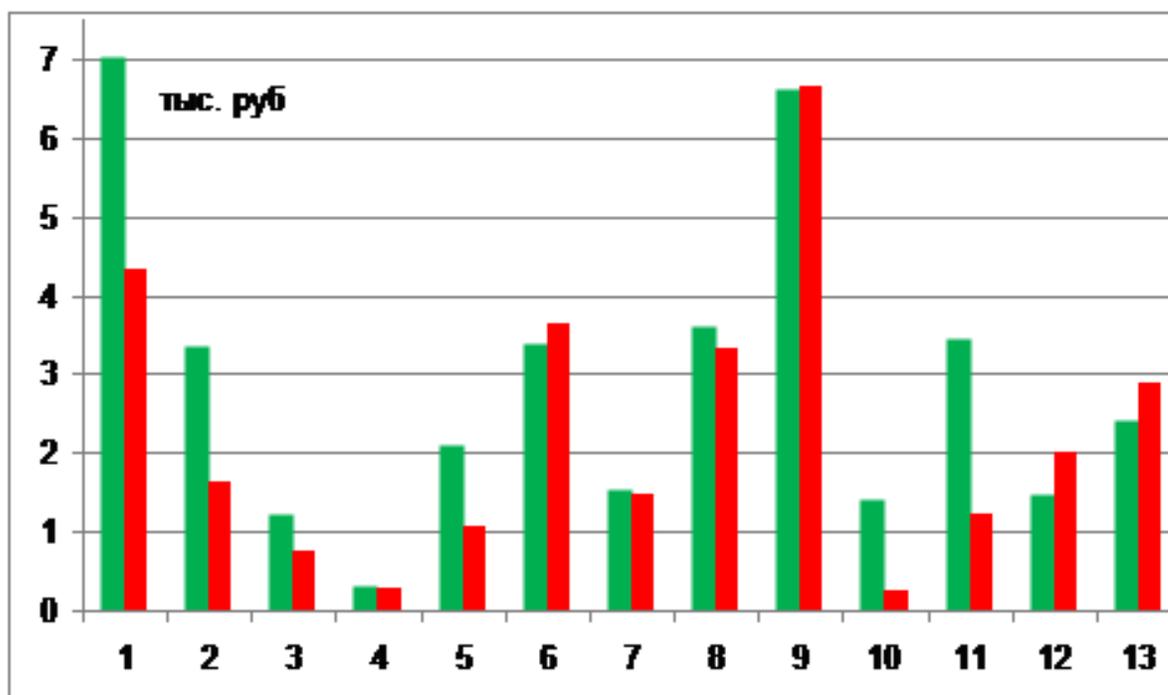


Рис.15. Средняя стоимость поверки одного средства измерения (тыс. руб) в **Хабаровском** и **Нижегородском** ЦСМ для разных областей измерений. На горизонтальной шкале введены обозначения: 1 – виброакустические измерения, 2 – измерения времени и частоты, 3 – геометрические измерения, 4 - измерения давления и вакуума, 5 – механические измерения, 6 – параметры ионизирующих излучений, 7 – средства измерения медицинского назначения, 8 – оптические и оптофизические измерения, 9 – радиоэлектронные измерения, 10 – измерения расхода, вместимости, уровня параметров потока, 11 – температурные и теплофизические измерения, 12 – физико-химические измерения, 13 – электрические и магнитные измерения. (По данным системы АИС «Метрконтроль» за ноябрь 2015 г.)

Конечно, данных о проведенных поверках только за один месяц недостаточно для того, чтобы сделать объективный анализ работы того или иного ЦСМ в определенной области измерений, но сделать качественную оценку по этим данным можно. Для последующего анализа были использованы данные, представленные Хабаровским ЦСМ.

2.3.2. Детальный анализ базы данных АИС «Метрконтроль» по ФБУ «Хабаровский ЦСМ» за ноябрь 2015 г.

По данным системы АИС «Метрконтроль» можно определить наименование средства измерения, его владельца, номер в Гос.реестре, дату и стоимость поверки. Зная номер средства измерения в Гос.реестре, можно определить его производителя и технические характеристики. Для оценки анализа востребованности ГПЭ средства измерения, прошедшие поверку в Хабаровском ЦСМ в ноябре 2015 г. в разных областях измерений, были проанализированы с точки зрения сопоставления параметров этих средств измерений и характеристик ГПЭ. Таким образом, было определено, к каким ГПЭ прослеживаются поверенные средства измерения. Некоторые средства измерения являются многофункциональными устройствами и их характеристики соответствуют сразу нескольким ГПЭ. Например, манометр марки ЭКМ-100 может проводить измерения давления от 0 до 25 МПа в области абсолютного и избыточного давления, поэтому в разных диапазонах он может быть поверен с использованием поверочных схем, восходящих к ГЭТ 49-80 (Государственный первичный специальный эталон единицы давления для области абсолютных давлений в диапазоне $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^3$ Па), ГЭТ 95-75 (Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давления) или ГЭТ 101-2011 (Государственный первичный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1} - 7 \cdot 10^5$ Па). Еще один пример, измеритель тормозной эффективности автомобилей

контролирует целый ряд параметров: установившееся замедление, усилие нажатия на педаль, тормозной путь, начальную скорость торможения и время срабатывания тормозной системы. Поэтому этот прибор может быть поверен с использованием поверочных схем, восходящих к ГЭТ 1-2012 (Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени), ГЭТ 2-2010 (Государственный первичный эталон единицы длины – метра), ГЭТ 94-2001 (Государственный первичный эталон единиц линейного ускорения и плоского угла при угловом перемещении твердого тела) и ГЭТ 32-2011 (Государственный первичный эталон единицы силы). К сожалению, в системе отсутствуют данные о поверочных схемах, согласно которым проходила поверка приборов, наличие таких данных существенно упростило бы задачу.

Относительное число рабочих эталонов является одной из характеристик востребованности данного ГЭТ. (см. рис. 9) Еще одной характеристикой

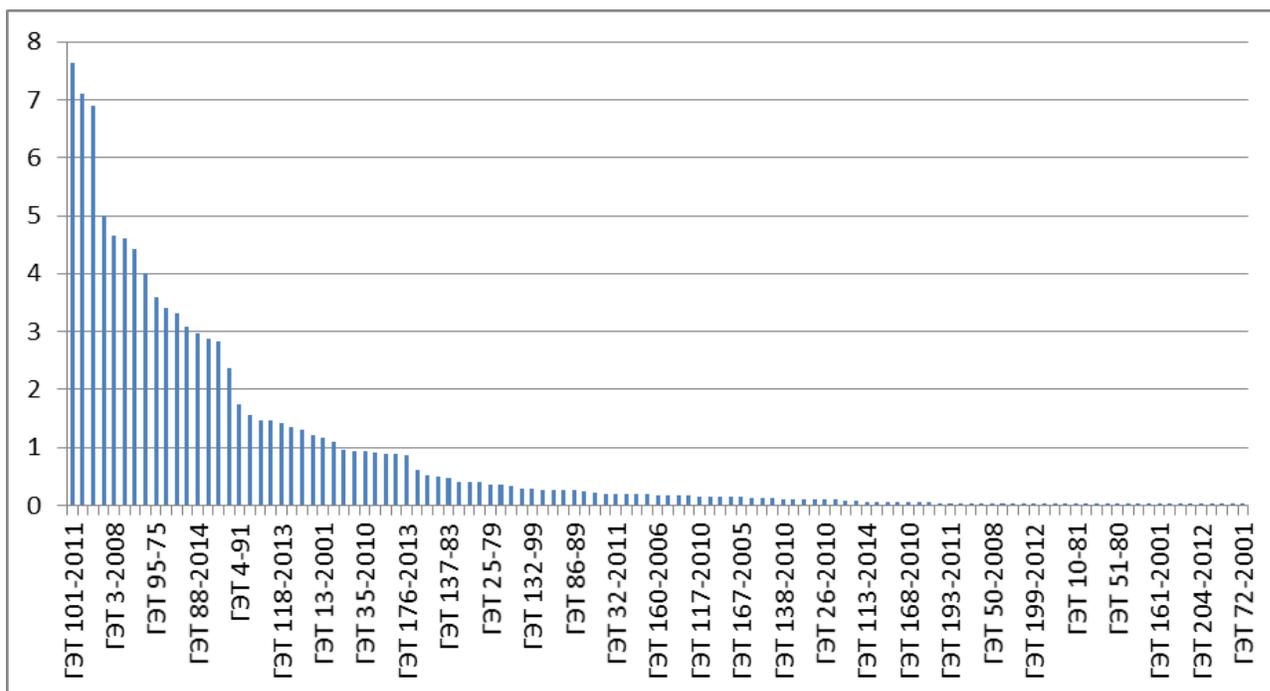


Рис.16. Распределение ГПЭ по относительному числу обращений при поверке средств измерений в Хабаровском ЦСМ в ноябре 2015 г. По горизонтали отложен номер ГЭТ, а по вертикали – относительное число рабочих эталонов (в %).

востребованности эталона является относительное число средств измерений, поверенных согласно поверочной схеме, восходящей к данному ГЭТ. На рис.16 показано распределение ГПЭ согласно указанному параметру. Диаграмма была построена после анализа базы данных АИС «Метрконтроль» по Хабаровскому ЦСМ за ноябрь 2015 г.

И на рис.9, и на рис.16. можно выделить группы наиболее востребованных эталонов. На рис. 9 эта группа более ярко выражена, чем на рис. 16. Если совместить эти два рисунка, мы получим диаграмму, представленную на рис. 17.

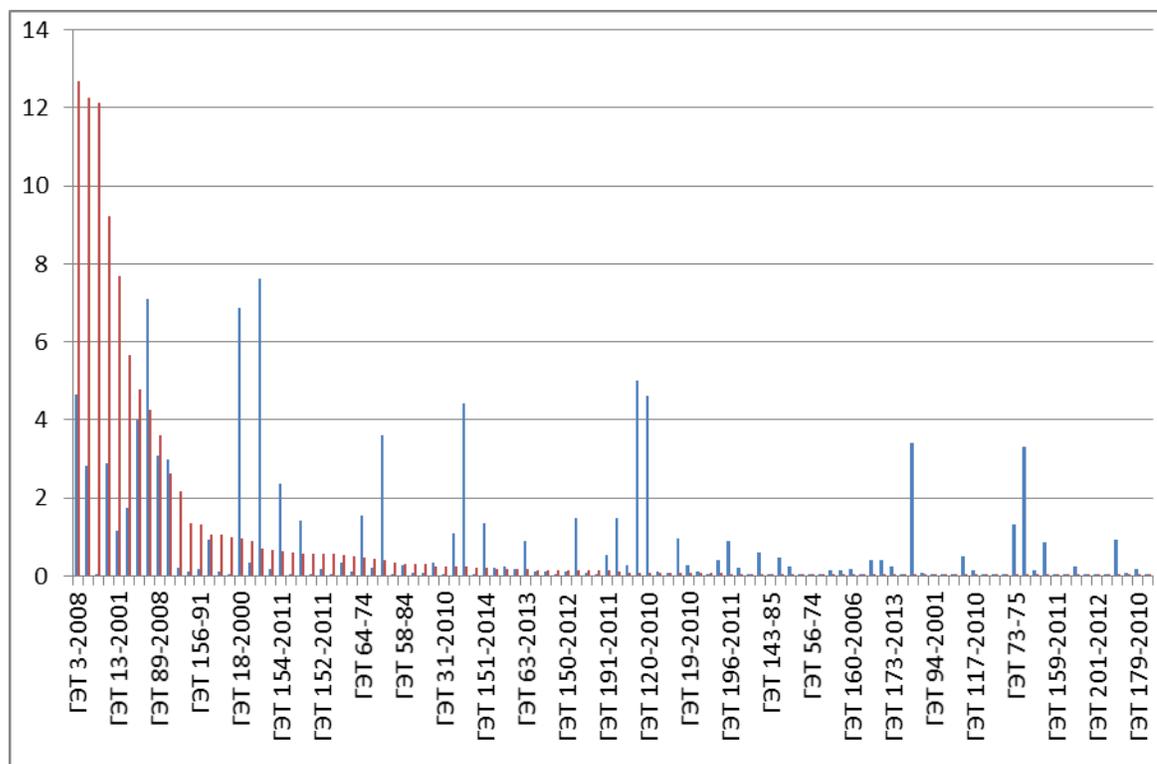


Рис.17. Распределение ГПЭ по **относительному числу рабочих эталонов, восходящих согласно поверочной схеме к данному ГЭТ** и по **относительному числу обращений при поверке средств измерений в Хабаровском ЦСМ в ноябре 2015 г.** По горизонтали отложен номер ГЭТ, а по вертикали – **относительное число рабочих эталонов** или **относительное число обращений** (в %).

Говорить об однозначном соответствии этих данных, безусловно, нельзя, но сравнение наиболее востребованных эталонов согласно двум указанным выше подходам позволяет сделать вполне определенные выводы. Для дальнейшего анализа будем сравнивать только те эталоны, востребованность которых выше 2 %. (рис. 18). Группа наиболее востребованных ГЭТ с точки зрения количества рабочих эталонов, состоит из 11 эталонов. Группа, наиболее востребованных ГЭТ с точки зрения числа поверенных средств измерения в Хабаровском ЦСМ за ноябрь 2015 г. более многочисленна и содержит 16 ГЭТ.

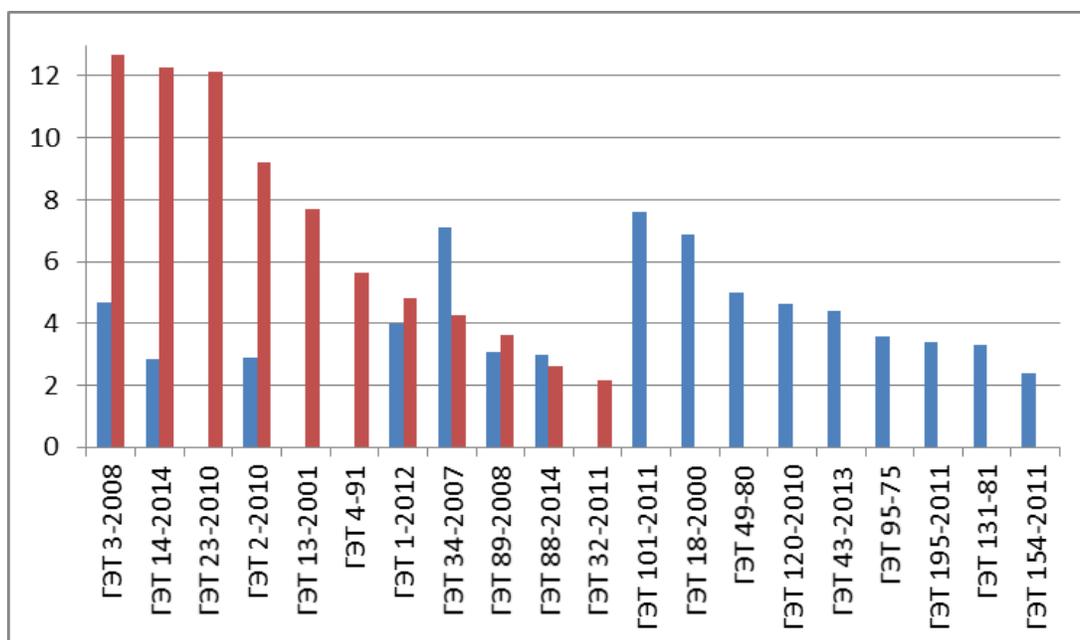


Рис.18. Распределение ГПЭ по *относительному числу рабочих эталонов, восходящих согласно поверочной схеме к данному ГЭТ* и по *относительному числу обращений при поверке средств измерений в Хабаровском ЦСМ в ноябре 2015 г.* По горизонтали отложен номер ГЭТ, а по вертикали – *относительное число рабочих эталонов* или *относительное число обращений* (в %).

Эти результаты согласуются с данными, представленными на рис. 9 и 16.

7 ГПЭ одновременно относятся к обеим группам: это ГЭТ 3-2008 (Государственный первичный эталон единицы массы – килограмма), ГЭТ 14-2014 (Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления), ГЭТ 2-2010 (Государственный первичный эталон единицы длины – метра), ГЭТ 1-2010 (Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени), ГЭТ 34-2007 (Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3000 °С), ГЭТ 89-2008 (Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц) и ГЭТ 88-2014 (Государственный первичный специальный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - 10^6 Гц). Все эти ГПЭ участвовали в международных сличениях, а 4 из них соответствуют основным единица системы СИ это: ГЭТ 1-2010, ГЭТ 2-2010, ГЭТ 3-2008 и ГЭТ 34-2007. Группа мало востребованных эталонов (с относительным числом рабочих эталонов менее 1%) состоит из 98 ГЭТ из них, только 7 имеют востребованность свыше 2% на основе анализа числа поверенных средств измерения в Хабаровском ЦСМ за ноябрь 2015 г.

2.4. Обсуждение результатов

При всем многообразии физических параметров существует ограниченное количество величин, через которые могут быть выражены все остальные. Величины, входящие в эту ограниченную совокупность называются основными [4], остальные величины называются производными. Анализ эталонной базы Российской Федерации по трем параметрам: участие ГПЭ в международных сличениях, количество рабочих эталонов, восходящих согласно поверочной схеме к данному ГПЭ и прослеживаемость средств измерений, поверенных в одном из регионов России, к ГПЭ показал, что группа наиболее востребованных эталонов невелика и составляет порядка 10 % от всей эталонной базы России.

Среди наиболее востребованных ГПЭ большинство составляют эталоны, которые воспроизводят, хранят и передают единицы основных физических величин. Государственным первичным эталонам, воспроизводящим основные единицы СИ в широко используемых диапазонах, необходимо придать особый статус. Бесспорность их востребованности как для науки, так и для промышленности и ценность для общества в целом не вызывает сомнений. Вопрос об их создании и модернизации должен решаться положительно, а финансирование их содержания не должно обосновываться на основании оценок востребованности. Этот вывод был подтвержден в результате консультации с сотрудниками ВНИИМ и других метрологических институтов

В числе наиболее востребованных ГПЭ находятся эталоны, участвовавшие в международных сличениях. Только при участии в таких сличениях эталон может получить или подтвердить калибровочные и измерительные возможности страны, обеспечив тем самым не только надежные торговые и политические позиции России, высокий уровень безопасности, но и уверенную позицию России на рынке метрологических услуг. Укреплению этой позиции способствует участие России в Международных сличениях в качестве лаборатории-пилота и возможность продавать свои измерительные технологии зарубеж. Установленная корреляция между участием ГПЭ в международных сличениях и его востребованностью внутри государства, отражает тот факт, что проведение международных сличений по тем или иным областям измерений демонстрирует заинтересованность мирового метрологического и научного сообщества в соответствующей предметной области, а также к средствам и методикам измерений, которые в них используются. Нельзя не увидеть существования связи между проблемами мирового метрологического сообщества и востребованностью соответствующих средств и методик измерений на территории Российской Федерации.

Россия – большая страна и количество средств измерений в ней огромно.

Проследить за поверкой каждого средства измерения в нашей стране в настоящее время затруднительно. Выводы о востребованности ГПЭ, сделанные на основе анализа баз данных, представленных на сайтах [1], [7] и [8]: были в основном подтверждены результатами изучения базы АИС «Метрконтроль» по параметрам средств измерения, поверенных в Нижегородском и Хабаровском ЦСМ в ноябре 2014 и 2015 гг.

Выводы

На основе анализа различных баз данных можно сделать следующие выводы:

1. Группа наиболее востребованных ГПЭ Российской Федерации невелика и составляет порядка 10 % от всей эталонной базы России.
2. Среди наиболее востребованных ГПЭ большинство составляют эталоны, которые воспроизводят, хранят и передают единицы основных физических величин в широко используемых диапазонах.
3. Все ГПЭ, относящиеся к группе востребованных, участвовали в международных сличениях.
4. Ранее сделанные выводы о востребованности ГПЭ были в основном подтверждены результатами изучения базы АИС «Метрконтроль» по параметрам средств измерения, поверенных в Хабаровском ЦСМ в ноябре 2015 г.

Список использованной литературы

1. <http://www.bipm.org> – официальный сайт МБМВ
2. http://kcdb.bipm.org/AppendixB/appbresults/ccem-k4/ccem-k4_final_report.pdf – отчет о сличениях ССЕМ-К4, 2002
3. Кононогов С.А. Метрология и фундаментальные физические константы, Москва, Стандартиформ, 2008 – 270 с.
4. Неежмаков П.И., Прокопов А.В., Об оценке экономической целесообразности создания государственных первичных эталонов. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА № 4, с.3 – 6, 2014 г
5. Williams G. The assessment of the economic role of measurement and testing in modern society// Europ. Measurement Project Report, July 20021 (http://www.bis.gov.uk/assets/bispartners/nmo/docs/nms/economics_of_measurement_s_july2002.pdf)
6. Красовский В.В О метрологии – кратко, Минск БелГИМ, 2012 – 84 с.
7. Кузнецов В.А., Исаев Л.К., Шайко И.А. Метрология – М.: Стандартиформ, 2005
8. <http://fif.vniiftri.ru/DB/com/index.htm?RU,ETALON> – база данных «Реестр государственных первичных эталонов России»
9. <http://www.fundmetrology.ru> – федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений