

## ОТЧЕТ

**ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»**

**об основных итогах метрологической деятельности в 2011 году**

**и задачах на 2012-2014 гг.**

В 2011 году, как и в предшествующие годы, деятельность ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» была сконцентрирована на фундаментальных и прикладных исследованиях по метрологии, создании и совершенствовании государственных первичных эталонов, работах по содержанию, применению и международному сличению эталонов, разработке нормативных документов в области обеспечения единства измерений, других направлениях деятельности, в значительной степени связанных с решением актуальных измерительных задач приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и соответствующих им критических технологий, направленных на достижение стратегических национальных приоритетов Российской Федерации.

В рамках проведения научных исследований с целью создания и совершенствования государственных первичных эталонов (ГПЭ) в 2011 году институтом были выполнены следующие работы.

В 1-м квартале 2011 г. завершена работа по совершенствованию **ГПЭ единицы давления** в части расширения диапазона измерений и повышения точности при передаче единицы давления. Приказом Руководителя Росстандарта от 4 марта 2011 г. № 890 эталон утвержден в качестве государственного первичного эталона РФ.

ГПЭ единицы давления (Рисунок 1) представляет собою групповой набор измерительных поршневых систем (ИПС) и состоит из комплекса следующих средств измерений:

- измерительные поршневые системы № 8, № 31 и № 52 с номинальным значением площади поршня  $5,0 \text{ см}^2$  и диапазоном измерений давления от 0,02 до 3 МПа;
- измерительные поршневые системы № 1 и № 9 с номинальным значением площади поршня  $1,5 \text{ см}^2$  и диапазоном измерений давления от 1 до 10 МПа;
- набор гирь класса  $F_1$  с номинальными значениями масс от  $5 \cdot 10^{-6}$  до 0,5 кг;
- набор специальных грузов с номинальными значениями масс от 0,5 до 5 кг, погрешность не более  $10^{-6}$ ;
- аппаратура для создания и поддержания гидростатического и пневматического избыточного давления и передачи давления.



Рисунок 1. Государственный первичный эталон единицы давления – паскаля

Внедрение эталона и государственной поверочной схемы для средств измерений давления позволяют метрологически обеспечивать на более высоком уровне решение задач приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ: «Транспортные и космические системы», «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», «Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники» и критических технологий «Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения», «Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта», «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники».

В 4-м квартале 2011 г. завершены работы по совершенствованию семи ГПЭ с подготовкой их к утверждению в новом составе с улучшенными метрологическими характеристиками и по разработке одного нового эталона.

Все восемь ГПЭ успешно прошли государственные испытания и первичную аттестацию и будут представлены на рассмотрение научно-технической комиссии Росстандарта по метрологии и измерительной технике в соответствии с планом ее работы в 1 квартале 2012 г.

К ним относятся:

**1. ГПЭ единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах**

Состав усовершенствованного эталона представлен на Рисунке 2.

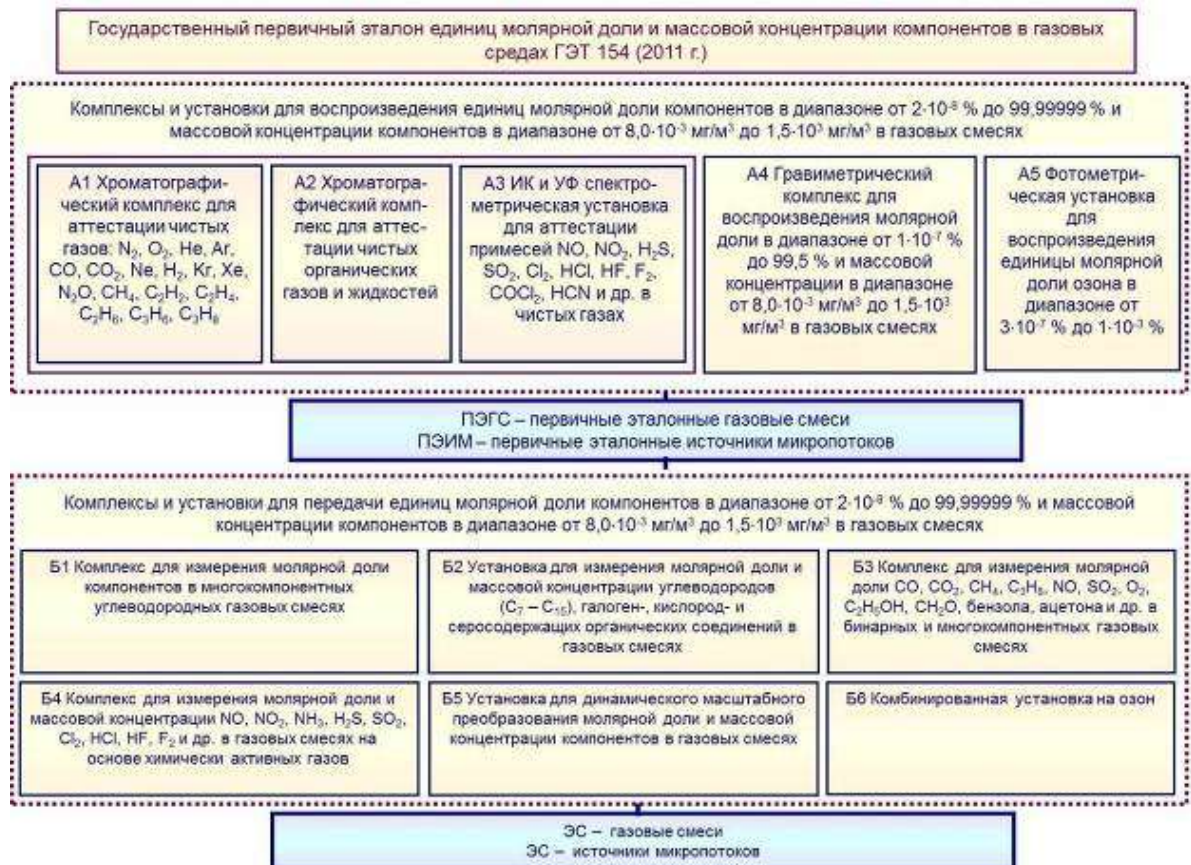


Рисунок 2. Состав ГПЭ единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах

Усовершенствованный эталон позволит в 2-3 раза повысить точность приготовления эталонных газовых смесей гравиметрическим способом; расширить функциональные возможности эталона на основе аттестации новых типов эталонов сравнения для решения новых измерительных задач энергетики, нефтегазовой промышленности и химической индустрии, а также позволит принять участие в целом ряде международных ключевых сличений.

ГПЭ единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах обеспечит получение достоверной измерительной информации, необходимой для реализации приоритетных направлений развития науки, технологии и техники в РФ:

- «Безопасность и противодействие терроризму» – контроль сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ);
- «Науки о жизни» – контроль медицинских газов (наркозные газы, неонатологические газы, гастроэнтерологические газы, например, аммиак);
- «Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники» – контроль воздуха и обеспечение взрывопожаробезопасности атмосферы замкнутых систем жизнеобеспечения, в том числе на подводных лодках, глубоководных аппаратах, космических кораблях;
- «Рациональное природопользование» – экологический мониторинг атмосферы и выбросов транспортных средств и промышленных предприятий;
- «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика» – оптимальные режимы горения при сжигании углеводородных топлив, и тем самым экономию угля, мазута и природного газа.

Модернизированный эталон позволит эффективно участвовать в международных сличениях по установлению и подтверждению эквивалентности эталонов и подтверждению и внесению новых измерительных и калибровочных возможностей в область газоаналитических измерений от имени РФ.

## **2. ГПЭ единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма- излучений**

ГПЭ состоит из комплекса следующих технических средств и вспомогательных устройств:

- установка УЭД 5-50М со свободно-воздушными ионизационными камерами для воспроизведения единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения при напряжении генерирования от 5 до 50 кВ (Рисунок 3);
- установка УЭД 50-320 со свободно-воздушными ионизационными камерами для воспроизведения единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения при напряжении генерирования от 50 до 320 кВ (Рисунок 4);
- установка ПИКЭ-1 с набором полостных ионизационных камер из графита для воспроизведения единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы гамма-излучения с энергией фотонов от 0,2 до 3 МэВ;
- установка УЭК-1 с калориметрами для воспроизведения единицы потока энергии рентгеновского излучения при напряжениях генерирования от 5 до 200 кВ;
- набор источников гамма-излучения ИГИ;
- компаратор КПК-1 (набор полостных ионизационных камер объёмом от 0,02 до 10000 см<sup>3</sup>) для передачи единиц от первичного эталона вторичным и рабочим эталонам;
- спектрометр на основе полупроводникового детектора GLP-06165/05P5 для оценки энергетического распределения рентгеновского излучения.



а)



б)



в)

Рисунок 3. Эталонная установка УЭД 5-50М

а) измерительный зал установки; б) пультовая; в) измерительная система



а)



б)

Рисунок 4. Эталонная установка УЭД 50-320

а) измерительный зал установки; б) пультовая

Эталон позволит обеспечить повышение точности дозиметрических измерений в 1,2-1,5 раза в низкоэнергетической области (5-50 кэВ), расширит номенклатуру режимов рентгеновского излучения для передачи единиц в соответствии с международными стандартами ISO 4037 и IEC 61267 (ГОСТ Р МЭК 61267), увеличит номенклатуру измеряемых эталоном дозиметрических величин.

Ионизирующие излучения, в том числе гамма- и рентгеновское, находят широкое применение во многих отраслях российской экономики. Точные измерения характеристик полей этих излучений и меры их влияния на человека, техногенные объекты и биосферу являются основными задачами в метрологии ионизирующих излучений. Для

решения этих задач используются дозиметрические измерения – самый массовый вид измерений. Сфера применения дозиметрических измерений, представленная в Таблице 1, многообразна и постоянно расширяется.

Таблица 1

Отрасль	Применение
Ядерная энергетика	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дозиметрический контроль физической защиты ядерных реакторов, хранилищ отработанного топлива атомных электростанций (АЭС);</li> <li>- мониторинг радиационной обстановки внутри энергоблоков, хранилищ и в природоохранных зонах;</li> <li>- индивидуальный дозиметрический контроль персонала АЭС.</li> </ul>
Военное дело	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дозиметрический контроль личного состава;</li> <li>- наземная, надводная и воздушная радиационная разведка;</li> <li>- контроль безопасности ядерных энергетических установок на атомных подводных лодках и кораблях.</li> </ul>
Медицина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рентгеновская диагностика (томография, рентгенография, ангиокардиография, урография, бронхоскопия, рентгеноскопия, флюорография, маммография и др.);</li> <li>- рентгеновская терапия онкологических заболеваний;</li> <li>- косметология.</li> </ul>
Санитария и экология	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мониторинг состояния окружающей среды;</li> <li>- контроль рабочих мест персонала.</li> </ul>
Космические исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- измерения различных компонентов ионизирующего излучения для изучения состава межпланетной среды и изменения ее структуры (рентгеновская астрономия);</li> <li>- дозиметрический контроль защиты от радиации в условиях космического полета.</li> </ul>
Геология	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разведка полезных ископаемых геофизическими методами, включая сырье для ядерной энергетики.</li> </ul>
Подразделения ЧС и ГО	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дозиметрический контроль объектов, связанных с использованием атомной энергии или ионизирующих излучений, при ликвидации последствий техногенных катастроф.</li> </ul>
Промышленность (строительная, нефтеперерабатывающая, авиационная, автомобильная)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неразрушающий контроль с применением рентгеновской и гамма-дефектоскопии и радиографии;</li> <li>- дозиметрический контроль территорий под застройку и контроль зданий и сооружений.</li> </ul>
Службы безопасности, таможни	<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль, с использованием дозиметрических средств измерений, несанкционированного перемещения ядерных и радиоактивных материалов.</li> </ul>



Отрасль	Применение
Банковская деятельность	- дозиметрические измерения при проведении расчетно-кассовых операций с наличной валютой.

### 3. Государственный первичный специальный эталон единицы массы радия

Совершенствование эталона проводилось с целью обеспечения сохранности образца № 5427 (Рисунок 5) – элемента международной нормализованной системы единиц массы радия – и безопасности его использования, расширения диапазона измерений в сторону малых значений и повышения точности измерения массы радия и активности дочерних продуктов его распада, обеспечения единства области измерений этих величин в геологии, медицине, экологии.

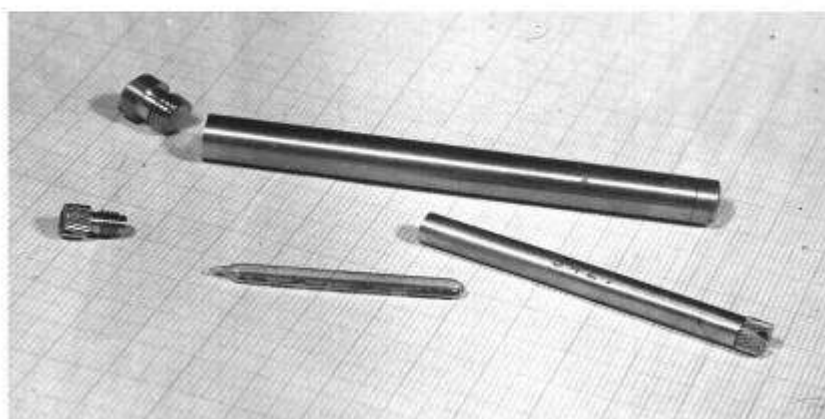
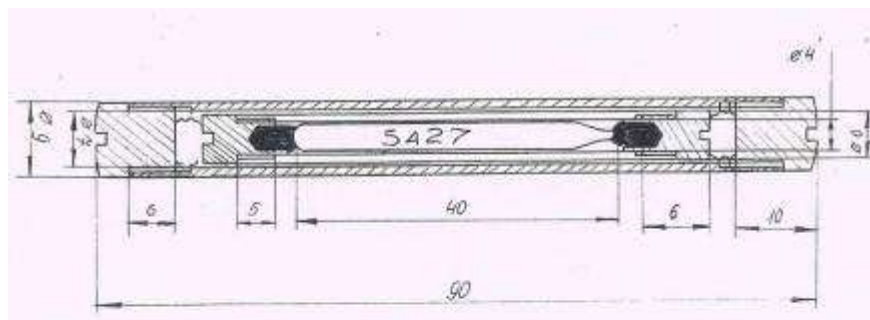


Рисунок 5. Образец массы радия №5427

Усовершенствованный ГПЭ единицы массы радия включает в себя ионизационную камеру высокого давления и дифференциальный калориметр с измерительными каналами, построенными на базе современных электроизмерительных приборов. Включение в состав аппаратного комплекса высокоэффективного полупроводникового гамма-спектрометра на основе особо чистого германия позволит обеспечить необходимую точность измерений малых уровней природных радионуклидов и радона в атмосфере, продуктах питания, строительных материалах и т.п.

#### **4. Государственный первичный специальный эталон единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \cdot 10^{-1}$ - $7 \cdot 10^5$ Па**

Усовершенствованный эталон включает установки, основанные на двух абсолютных методах измерения давления – жидкостном и грузопоршневом.

Состав усовершенствованного эталона:

- лазерный интерференционный масляный манометр (Рисунок 6);
- лазерный интерференционный ртутный манометр (Рисунок 7);
- грузопоршневой манометр абсолютного давления Ruska 2465;
- дифференциальный мембранно-емкостный манометр Baratron с двумя преобразователями давления;
- аппаратура для создания, поддержания и контроля абсолютного давления.



Рисунок 6. Лазерный интерференционный масляный манометр (ЛИММ) с диапазоном измерений 0,1-1000 Па



Рисунок 7. Лазерный интерференционный ртутный манометр (ЛИРМ) с диапазоном измерений 0,1-130 кПа

Внедрение эталона позволит:

- метрологически обеспечить разрабатываемые вторичные эталоны для области средних и низких абсолютных давлений и внедрение новых высокоточных манометров абсолютного давления;
- усовершенствовать систему передачи единицы давления рабочим эталонам в системах Росгидромета, Государственной службы гражданской авиации, Росавиакосмоса, Минобороны России, Газпрома и других ведомств и организаций;
- производить с высокой точностью контроль параметров технологических процессов в атомной энергетике и при транспортировке жидких и газообразных энергоносителей;
- обеспечить безопасность эксплуатации объектов авиакосмического комплекса;
- обеспечить участие РФ в ключевых и пилотных международных сличениях эталонов единицы давления в рамках Договора о взаимном

признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами.

Повышение точности измерений в 2 раза, расширение диапазона измерений и функциональных возможностей эталона позволит повысить эффективность метрологического обеспечения средств измерений (~6 млн. СИ) в энергосберегающем комплексе страны, электронной, медицинской промышленности, обеспечит поверку нового поколения средств измерений в области абсолютных давлений. Будут обеспечены международная эквивалентность эталона России и признание за рубежом сертификатов калибровки, измерений и испытаний СИ.

## **5. ГПЭ единицы силы**

Усовершенствованный эталон единицы силы состоит из комплекса следующих средств измерений:

- эталонная установка ЭУ-0,02 (Рисунок 8), диапазон значений силы, в котором воспроизводится единица, составляет от 10 до  $2 \cdot 10^2$  Н с дискретностью 10 Н;
- эталонная установка ЭУ-0,5 (Рисунок 9), диапазон значений силы, в котором воспроизводится единица, составляет от  $10^2$  до  $5 \cdot 10^3$  Н с дискретностью 100 Н;
- эталонная установка ЭУ-10 (Рисунок 10), диапазон значений силы, в котором воспроизводится единица, составляет от  $2 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^5$  Н с дискретностью 1 кН;
- эталонная установка ЭУ-100 (Рисунок 11), диапазон значений силы, в котором воспроизводится единица, составляет от  $1 \cdot 10^4$  до  $1 \cdot 10^6$  Н с дискретностью 10 кН.

- набор переносных компараторов силы с измерительной аппаратурой для осуществления передачи единицы силы силовоспроизводящим машинам в диапазоне до  $9 \cdot 10^6$  Н.



Рисунок 8. Эталонная установка ЭУ-0,02



Рисунок 9. Эталонная установка ЭУ-0,5



Рисунок 10. Эталонная установка ЭУ-10



Рисунок 11. Эталонная установка ЭУ-100

Диапазон измерений силы расширен в девять раз, ресурс ГПЭ продлен на 10-20 лет. Решены актуальные проблемы метрологического обеспечения:

- испытаний большегрузных весов в диапазоне до 200 т;
- измерений силы тяги реактивных двигателей в диапазоне до 10 МН;
- испытаний механических свойств материалов и конструкций в диапазоне до 15 МН и более.

Усовершенствованный ГПЭ единицы силы также решает две проблемы, связанные с поверкой, калибровкой и испытаниями средств измерений, в том числе ввозимых из-за границы: проблема испытаний и поверки весоизмерительных датчиков с диапазоном измерений до 100 т и проблема поверки, калибровки и испытаний силовоспроизводящих машин с диапазоном измерений до 9 МН в соответствии с ГОСТ Р 8.663-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы».

#### **6. Государственный первичный специальный эталон единиц длины, скорости, ускорения и плоского угла для сейсмометрии в диапазоне частот 0,001-30 Гц**

В состав эталона входят:

- установка УСГ-Г, реализующая метод динамического гравитационного поля (Рисунок 12)
- установка УСГ-3М, реализующая методы линейно перемещающейся платформы и наклона в гравитационном поле Земли (Рисунок 13)
- установка УСВ-2, реализующая метод линейно перемещающейся платформы (Рисунок 14)
- комплект преобразователей компараторов



Рисунок 12. Установка УСГ-Г



Рисунок 13. Установка УСГ-3М



Рисунок 14. Установка УСВ-2

В результате усовершенствования эталона достигнуто:

- расширение частотного диапазона в области инфранизких частот в 10 раз, в области высоких частот в 1,5 раза;
- расширение амплитудного диапазона в области больших амплитуд в 10 раз;
- увеличение точности передачи единиц в 2 раза;
- снижение коэффициента нелинейных искажений в 10 раз.

Модернизированный эталон позволит метрологически обеспечить решение измерительных задач приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ: «Безопасность и противодействие терроризму», «Рациональное природопользование», «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика»; и критических технологий: «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения», «Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи»; повысит эффективность геологоразведочных и геофизических работ в рамках приоритетного направления «Энергоэффективность» и уровень метрологического обеспечения систем сейсмобезопасности и сейсмомониторинга в работах приоритетного направления «Ядерные технологии».

#### **7. ГПЭ единиц магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции**

Эталон состоит из следующих основных частей:

- эталонных гелий-цезиевых магнитометров ЭГМ №01 и №02 (Рисунок 16);
- эталонного кварцевого соленоида магнитной индукции постоянного поля С4-2 (Рисунок 17);
- эталонной квантовой меры силы постоянного электрического тока КМТ;
- эталонной кварцевой катушки магнитной индукции, потока, момента КС-4 (Рисунок 18);
- эталонной кварцевой катушки магнитного момента ЭКММ-1;



- эталонного кварцевого соленоида градиента магнитной индукции ЭСГМИ-1 (Рисунок 19);
- эталонной трёхкомпонентной меры-компаратора средств измерений магнитной индукции постоянного поля – ЭТМК;
- эталонного компаратора средств измерений магнитной индукции переменного поля ЭКПП;
- эталонного компаратора средств измерений магнитного потока и магнитного момента ЭКПМ.



Рисунок 16. Структурная схема и общий вид эталонного гелий-цезиевого магнитометра

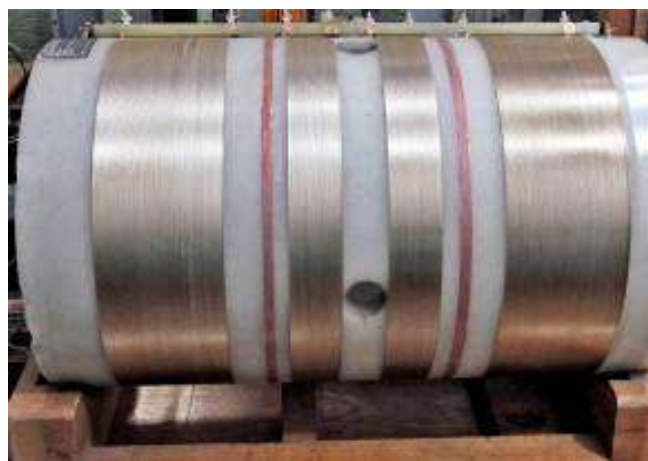


Рисунок 17. Общий вид эталонного кварцевого соленоида С4-2



Рисунок 18. Общий вид эталонной катушки индукции, потока и момента КС-4



Рисунок 19. Общий вид эталонного соленоида градиента магнитной индукции СГМИ-1

Измерение физических величин, характеризующих магнитное поле естественных и технических объектов, имеет применение в таких областях человеческой деятельности, как:

- фундаментальная наука, например, при постановке принципиальных экспериментов по проверке новых теорий поля, при поиске постоянного электрического дипольного момента нейтрона и др.;
- планетарная геофизика, для изучения физической природы земного магнетизма, его динамического развития и влияния на глобальные и локальные физические процессы, включая глубинные, тектонические, климатические, используя глобальную сеть геомагнитных обсерваторий, предсказание землетрясений;
- аэрономия, для изучения солнечно-земных связей, ионосферных и магнитосферных процессов, их влияния на динамику магнитного поля Земли и распространение радиоволн;
- изучение магнитных полей в ближнем и дальнем космосе;
- археология и палеонтология;
- разведочная геофизика, для детального магнитного картирования при поиске полезных ископаемых и оценке сырьевых ресурсов;
- поиск скрытых технических объектов с целью трассирования трубопроводов, объектов военной техники (мины, подводные лодки, техника в туннелях и укрытиях), обнаружение перемещений металлических объектов в охранных целях и т.д.;
- перспективные вооружения, военная и специальная техника;
- решение проблем бесконтактного определения качества и технических параметров изделий электротехники, металлургии, станкостроения, технических средств транспорта, энергомашиностроения и топливно-энергетического комплекса;

- решение проблем электромагнитной совместимости и диагностики элементов сложных устройств электронной и приборостроительной промышленности;
- осуществление морской и аэрокосмической навигации;
- решение экологических вопросов, связанных с влиянием на человека магнитных полей энергоемких технических объектов и полей гипоманнитного диапазона;
- исследование магнитных полей человека и воздействия на него магнитных полей с различными параметрами с целью медицинской диагностики.

Усовершенствованный эталон позволит России быть лидером в международных сличениях в области магнитных измерений.

#### **8. Государственный первичный специальный эталон единицы ускорения в области гравиметрии**

Новый эталон обеспечивает воспроизведение, хранение и передачу единицы современным абсолютным и относительным гравиметрам на уровне мировых достижений.

В состав ГПЭ единицы ускорения в области гравиметрии входят:

- абсолютный баллистический гравиметр,
- аппаратура передачи единицы ускорения, включающая: гравиметрический пункт, аппаратуру контроля параметров гравиметрического пункта и окружающей среды.

Внешний вид абсолютного баллистического гравиметра ВНИИМ представлен на Рисунке 15.



Рисунок 15. Абсолютный баллистический гравиметр ВНИИМ-АБГ-1

ГПЭ единицы ускорения в области гравиметрии позволит обеспечить исходные условия для решения задач метрологического обеспечения в области измерения параметров гравитационного поля, необходимых для развития таких приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ, как «Транспортные и космические системы», «Рациональное природопользование», «Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники» и критических технологий «Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения», «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения», «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем», «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники», а также при разработке средств абсолютных

измерений гравитационного поля для совершенствования системы ГЛОНАСС.

Одним из важнейших направлений деятельности института является также проведение фундаментальных и поисковых исследований и разработок, направленных на развитие высокоточных методов и средств воспроизведения и передачи единиц величин от государственных первичных эталонов рабочим эталонам и средствам измерений.

В 2011 году выполнялись следующие работы по данному направлению:

### **1. Исследование методов создания ГПЭ единицы электрической емкости на основе расчетного конденсатора нового поколения**

Целью работы является разработка и обоснование метода создания нового ГПЭ единицы электрической емкости (взамен существующего) с использованием современных теоретических и технологических решений, методов и аппаратуры, соответствующих уровню ведущих метрологических институтов мира.

Точные измерения электрической емкости необходимы для развития приоритетных направлений науки, техники и модернизации экономики (энергоэффективность и энергосбережение, информационно-коммуникационные системы, космические технологии и др.), развития критических технологий («Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств», «Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов»).

### **2. Исследование методов воспроизведения единицы электрического напряжения на основе применения джозефсоновских квантовых преобразователей с целью повышения точности измерений в диапазоне частот от $10^{-2}$ до $10^3$ Гц**

Работа направлена на разработку нового поколения эталонов единицы электрического напряжения на основе джозефсоновских квантовых преобразователей в диапазоне частот до 1000 Гц, для обеспечения единства измерений этой физической величины в России на более высоком уровне точности.

Прецизионное (на эталонном уровне) измерение и воспроизведение постоянного и переменного электрического напряжения необходимо в интересах промышленности, фундаментальных и прикладных исследований; создания нового поколения квантовых эталонов единиц электрического напряжения с целью метрологического обеспечения приборостроения и современных технологий; сертификации и контроля прецизионных калибраторов, аналого-цифровых преобразователей, применяемых в электронной и приборостроительной промышленности; в топливно-энергетическом комплексе и в научных исследованиях.

Работа направлена на решение проблем метрологического обеспечения:

- космических и авиационных технологий, информационно-телекоммуникационных технологий и электроники;
- развития производства элементной базы, технических средств и оборудования для информационно-коммуникационных технологий, включая нанотехнологии;
- создания средств обеспечения и контроля безопасности на транспорте;
- обеспечения адекватного качества вооружений и др.

Приоритетные направления развития науки: «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», «Индустрия наносистем», «Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии».

**3. Создание макета установки, реализующей метод отношений тройных и двойных совпадений в жидком сцинтиляторе – TDCR,** для обеспечения необходимой точности измерения активности радионуклидов, используемых в медицине и радиоэкологическом мониторинге

Работа направлена на совершенствование и модернизацию государственного эталона единицы активности радионуклидов, расширение его измерительных возможностей, создание условий для участия ВНИИМ в ключевых сличениях в области измерений активности низкоэнергетических бета-излучающих, электрозахватных и альфа-излучающих радионуклидов.

Указанные радионуклиды широко применяются в качестве радиофармпрепаратов в ядерной медицине для диагностики онкологических заболеваний, маркеров для оценки эффективности работы систем очистки радиоактивных отходов и уровня радиоактивного загрязнения объектов окружающей природной среды в зоне работы объектов атомной промышленности.

**4. Анализ и разработка методов параметризации и количественного описания многочастичных нанообъектов**

Целью работы является развитие методов анализа нанообъектов с разными структурообразующими элементами для прогнозирования свойств наносистем с перспективой последующего приложения этих методов, в частности, к анализу объектов, используемых в системах высокоточных измерений. Одним из таких объектов является система точного позиционирования с использованием магнитострикционно-гидравлической схемы в установке для реализации предлагаемого нового определения килограмма на основе ватт-весов.

**5. Разработка и исследование методов выражения и оценивания метрологических характеристик эталонов и средств измерений** на основе гармонизации отечественного и международного подходов к обеспечению единства измерений в части прослеживаемости результатов измерений к первичным эталонам

Цель работы – разработка и исследование методов выражения и оценивания метрологических характеристик эталонов и средств измерений, обеспечивающих прослеживаемость результатов измерений к первичным эталонам.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, могут быть использованы при актуализации нормативных документов, относящихся к разработке поверочных схем, калибровке вторичных эталонов, калибровке и поверке средств измерений.

**6. Разработка методов воспроизведения единицы динамической вязкости** в широком диапазоне температур

Динамическая вязкость является одной из основных характеристик при выборе оборудования и режимов технологических процессов при создании новых композитных материалов. Создание и распространение новых композитных материалов имеет огромное народнохозяйственное, а также социальное значение.

Выполнение мероприятия позволит обеспечить возможность расширения функциональных возможностей ГПЭ единицы вязкости за счет увеличения верхней границы диапазона температуры.

Актуальность разработки подтверждается перспективными планами международных региональных метрологических организаций. Разработка методов воспроизведения единицы вязкости при повышенных тем-



пературах позволит заявить новые измерительные и калибровочные возможности России в этом виде измерений.

В 2011 г. ВНИИМ выполнял работы по контрактам в рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в РФ».

В результате выполнения проекта *«Метрологическое обеспечение производства фуллереносодержащей парфюмерно-косметической продукции»* должна быть обеспечена воспроизводимость и точность измерений массовой доли фуллерена  $C_{60}$  в касторовом масле, применяемом при производстве парфюмерно-косметической продукции.

Результаты выполнения проекта *«Разработка методик измерений химического состава и стандартных образцов эндоэдрических металлофуллеренов типа  $Me@C_{82}$  на основе  $Gd$  для медицинских применений в ЯМР-томографии»* должны обеспечить воспроизводимость и точность измерений и контроля химического состава эндоэдрических металлофуллеренов (содержание целевого компонента, идентификация и содержание примесей, содержание металла), производимых для применения в качестве контрастирующих агентов при исследовании методом ЯМР-томографии.

Цель выполнения проекта *«Создание комплектов стандартных образцов и аттестованных методик измерений характеристик теплового расширения наноматериалов и продукции nanoиндустрии на их основе»* – обеспечение единства измерений теплового расширения разрабатываемых конструкционных и композитных наноматериалов наноструктурированных металлов и сплавов, стеклонанокерамик, нанопористых и нанокристаллических оксидов циркония, алюминия, кремния, новых наноматериалов с развитой удельной поверхностью, композиционных материалов, армированных углеродными нанотрубками, и продукции nanoиндустрии на их основе.

Полученные результаты и разработанные технологии ориентированы на широкое применение в метрологических институтах и организациях, центрах стандартизации и метрологии, центрах метрологического обеспечения и оценки соответствия нанотехнологий и продукции наноиндустрии, центрах коллективного пользования, предприятиях, организациях, научно-образовательных центрах «Нанотехнологии», разрабатывающих и производящих продукцию нанотехнологий.

Разработанные методики, стандартные образцы и нормативно-техническую документацию предполагается использовать для последующей коммерциализации.

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в течение 2011 года проводил большую работу в области международного научно-технического сотрудничества по метрологии, в том числе в рамках членства в международных организациях.

Сотрудники ВНИИМ принимали активное участие в деятельности рабочих групп консультативных комитетов Международного Комитета по Мерам и Весам и в деятельности других международных организаций, в том числе в качестве председателей рабочих групп и президентов комиссий.

Одним из основных направлений международного сотрудничества является проведение сличений государственных первичных эталонов единиц величин с эталонами единиц величин Международного бюро мер и весов и национальными эталонами единиц величин иностранных государств.

В 2011 году ВНИИМ выполнял плановые работы по 68 мероприятиям, связанным со сличениями государственных эталонов, организованными в рамках Консультативных комитетов МБМВ и Технических комитетов Региональных международных организаций КООМЕТ, ЕВРАМЕТ и АРМР, а также в 14 сличениях, проводимых в рамках двухстороннего сотрудничества, и по Про-

грамме совместных работ в области метрологии с INMETRO (Бразилия), по линии SIM.

На Рисунке 20 отражено количество ключевых и дополнительных сличений с участием российских метрологических институтов. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» занимает 1 место (218 сличений), увеличив число сличений на 17 по сравнению с 2010 годом.

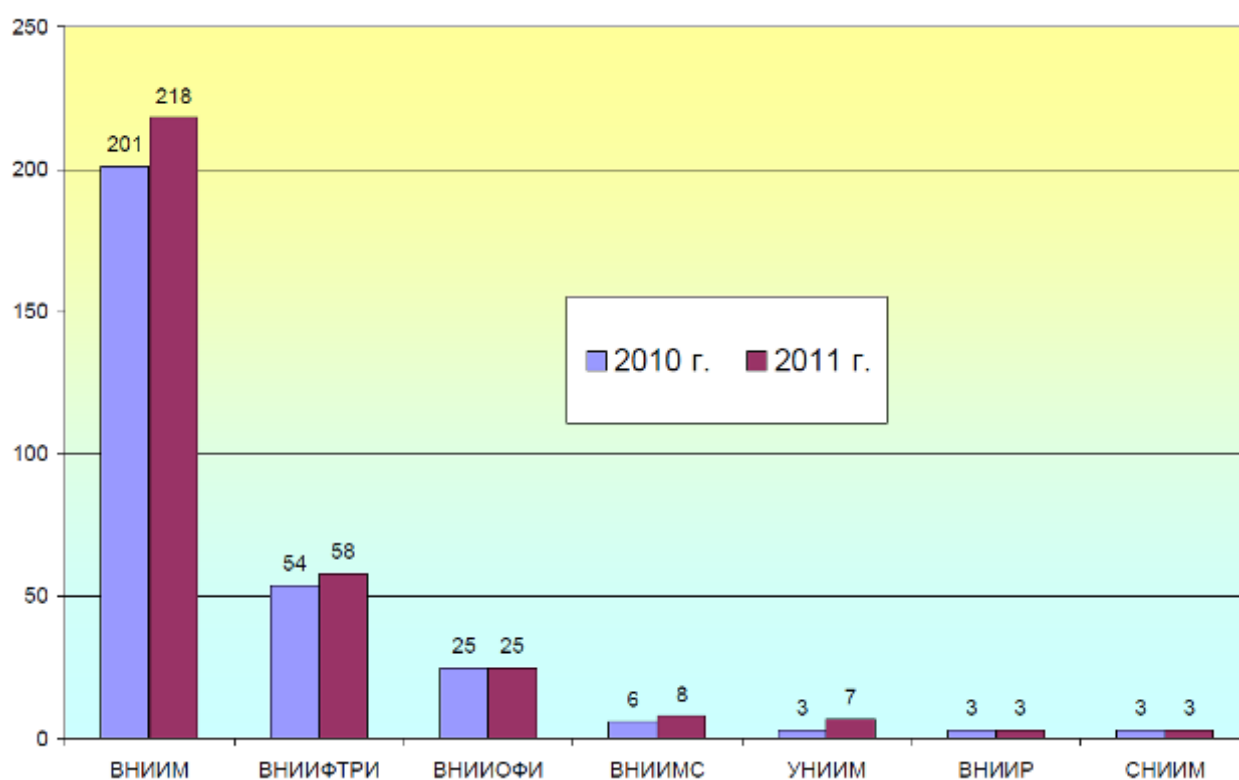


Рисунок 20. Количество ключевых и дополнительных сличений с участием российских метрологических институтов

По количеству позиций, включенных в базу данных Международного Бюро Мер и Весов (МБМВ) и характеризующих признанные всеми участниками Соглашения о взаимном признании национальных эталонов, сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых Национальными Метрологическими Институтами (CIPM MRA), измерительные и калибровочные возможности (СМС), Россия по состоянию на конец 2011 года сохраняет третье место в мире (1429

позиций), уступая лишь США (2281 позиций) и Германии (1673 позиции). На Рисунке 21 представлено распределение количества СМС в БД МБМВ для 20 лидирующих стран. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» сохранил 75 % от суммарного количества позиций СМС страны (1063 позиции).

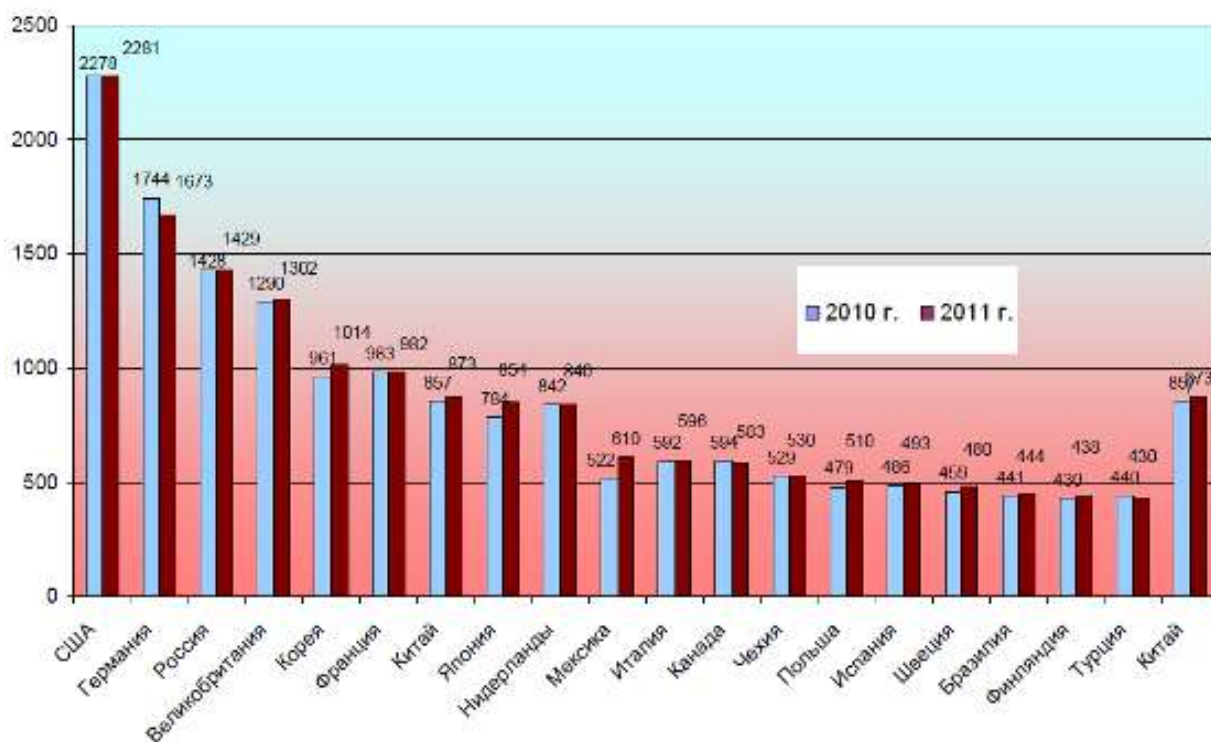


Рисунок 21. Количество СМС в БД МБМВ для 20 лидирующих стран в 2010 и 2011 гг.

Совместно с зарубежными партнерами осуществлено 70 проектов по исследованиям и разработкам эталонного оборудования. Из них:

- проведение совместных исследований с целью подтверждения метрологических характеристик средств измерений – 60 проектов.
- передача единиц физических величин – 8 проектов.
- разработка и поставка эталонного оборудования – 2 проекта.

Выполнялись мероприятия в области разработки государственных стандартов и других нормативных документов по программе национальной стандартизации, в том числе в рамках ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы» и ТК 310 «Приборы весоизмерительные». В 2011 г. по данному направлению выпол-

нялось 47 тем, 6 из них завершились разработкой окончательных редакций документов:

- ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 МПа.
- ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления.
- ГСИ. Стандартные образцы состава поверочных газовых смесей. Общие метрологические и технические требования.
- Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания. IDT МОЗМ Р76.
- ГСИ. Порядок подготовки к утверждению государственных первичных эталонов единиц величин.
- ГСИ. Методические материалы по аттестации и утверждению государственных рабочих эталонов, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

В 2011 г. проводилась метрологическая экспертиза проектов нормативных правовых актов РФ, нормативных документов по метрологии и стандартизации, в том числе проектов технических регламентов.

Осуществлялась передача единиц величин от государственных эталонов подчиненным эталонам и средствам измерений, принадлежащим различным организациям и предприятиям. Проводились испытания средств измерений и стандартных образцов. Выполнялись разработка и аттестация методик измерений (измерительных технологий), аккредитация на техническую компетентность лабораторий промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов, в том числе лаборатории радиационного контроля и аналитических

лабораторий для целей проведения государственного контроля и мониторинга окружающей среды.

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» активно сотрудничает со многими предприятиями и организациями различных форм собственности, проводя с ними совместные работы и оказывая им метрологические услуги на взаимовыгодной основе в области обеспечения единства измерений.

Так, в 2011 г. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» совместно с институтом цитологии РАН и СПбГМУ им. акад. И.П.Павлова», а также предприятиями «Медлакор» и «Витал Диагностик» были разработаны новые типы стандартных образцов для обеспечения лечебно-диагностического процесса:

- стандартный образец состава форменных элементов крови, предназначенный для контроля метрологических характеристик полуавтоматических и автоматических анализаторов крови;
- стандартный образец состава ДНК soi для калибровки и поверки биоанализаторов, реализующих метод полимеразной цепной реакции в реальном времени;
- стандартный образец массовой концентрации холестерина в крови для контроля метрологических характеристик биохимических анализаторов крови;
- стандартный образец состава искусственной мочи для калибровки и поверки биохимических анализаторов, а также для контроля метрологических характеристик при проведении их испытаний и контроля точности методик (методов) измерений.

Проведены работы по идентификации методом ядерно-магнитного резонанса и масс-спектрометрическим методом проб импортного хладона 227ea, отобранных их модулей газового пожаротушения, входящих в состав кора-

бельной системы, и установлено соответствие хладона заданным требованиям. В результате отпала необходимость в проведении дополнительного объема работ по замене хладона, что могло привести к срыву сроков выполнения работ в рамках Гособоронзаказа государственных испытаний одного из кораблей ВМФ РФ.

Практически вся научная и научно-техническая деятельность ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» носит инновационный характер, ее результаты вводятся в хозяйственный оборот посредством практического применения (внедрения) их в различных сферах, и прежде всего в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений на приоритетных направлениях развития науки, техники и технологий.

В целях пропаганды достижений отечественной метрологии и ВНИИМ сотрудниками института в 2011 г. было организовано и проведено 17 научно-технических мероприятий, включая международные (конференции, семинары, заседания ТК КООМЕТ и ССМ ВРМ) и 2 выставки, а также подготовлены разделы для двух выставок, проводимых сторонними организациями.

Установка «Группа векторных динамометров для метрологического обеспечения измерений силы», применяемая в составе ГПЭ единицы силы была удостоена золотой медали выставки-конкурса «MetroExpo-2011».

Проблемы, которые намечено решить в ближайшие годы, сформулированы в Программе реализации функций государственного научного центра Российской Федерации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» на 2011-2014 гг., разработанной во исполнение решений президиума Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 16 декабря 2010 г. № 6 и Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 20 декабря

2010 г. по вопросу о деятельности государственных научных центров Российской Федерации.

Программа содержит комплекс мероприятий, направленных на выполнение функций ГНЦ РФ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» ведущей организации по метрологическому обеспечению приоритетных направлений развития науки, техники и технологий, приоритетных направлений технологической модернизации экономики и критических технологий в рамках области координации и регулирования (сферы управления) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

В рамках Программы намечены мероприятия, предусматривающие непосредственное проведение исследований и разработок, введение результатов научной деятельности в хозяйственный оборот, в том числе осуществление коммерциализации результатов научных исследований и разработок, развитие научной и инновационной инфраструктуры, развитие приборной базы, создание, модернизацию и эксплуатацию уникальных установок, содействие подготовке кадров высшей квалификации, развитие эффективной кооперации с промышленными предприятиями и ведущими образовательными учреждениями высшего профессионального образования, развитие международного сотрудничества.

В 2012-2014 годах ВНИИМ определяет для себя главной задачей дальнейшее совершенствование государственных первичных эталонов и метрологического обеспечения важнейших отраслей национальной экономики, социальной сферы и обороны страны, а также обеспечение признания калибровочных и измерительных возможностей РФ международным метрологическим сообществом.

Будут продолжены работы по созданию новых и совершенствованию существующих ГПЭ, а также поисковые и фундаментальные исследования, в



том числе связанные с возможностями переопределения некоторых единиц СИ на основе фундаментальных физических констант; исследования и разработки, направленные на развитие высокоточных методов и средств воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров от ГПЭ рабочим эталонам и средствам измерений и др.

В частности, намечено продолжение работ по совершенствованию четырех ГПЭ, завершение по которым предусмотрено в 2012-2013 гг.:

- государственного первичного эталона единицы плоского угла
- государственного первичного специального эталона единицы скорости воздушного потока
- государственного первичного специального эталона единицы количества теплоты в области калориметрии растворения и реакций
- государственного первичного эталона единицы температурного коэффициента линейного расширения твердых тел.

Продолжение активной научной деятельности в рамках международных организаций по метрологии, по подтверждению метрологической эквивалентности государственных эталонов России национальным эталонам других стран и по обеспечению на этой основе признания измерительных и калибровочных возможностей нашей страны международным сообществом является, как и в предыдущие годы, одной из основных задач ВНИИМ в 2012-2014 гг. так же, как и реализация намеченных Планов по сотрудничеству с НМИ иностранных государств.