

**Предисловие главного редактора**

УДК 006.91.821

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В  
МЕТРОЛОГИИ****С.И. Донченко***ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл.  
director@vniiftri.ru*

*В работе представлены основные задания по метрологическим исследованиям, выполняемым в рамках федеральных и ведомственных целевых программ.*

*The main tasks of metrological researches, made within the framework of Federal and Departmental target programs are presented in this paper.*

*Ключевые слова: метрология, фундаментальные исследования, эталонная база*

Для правильной организации и эффективного развития метрологической инфраструктуры регулярно прогнозируются потребности государства и общества в измерениях. Так, разрабатываются федеральные и ведомственные целевые программы, в которых значительное место занимают и должны занимать измерения. Постановлениями вышестоящих органов определяются мероприятия по повышению уровня метрологического обеспечения отраслей экономики, т.е. задачи, возлагаемые в основном на метрологические НИИ.

Первыми среди этих задач названы:

- проведение крупных проблемных физических исследований, направленных на повышение уровня метрологического обеспечения народного хозяйства;

- дальнейшее развитие и совершенствование эталонной базы страны.

Естественные науки, в первую очередь физика, находятся в тесной, неразрывной связи с метрологией. Некоторые учёные даже считают, что метрологию следует рассматривать как один из разделов или ответвлений физики.

При создании новых эталонов широко используются успехи современной физики. Это касается в первую очередь новых, более совершенных эталонов физических величин. Переход на новые принципы эталонирования, заключающегося в прямом использовании квантовых эффектов, стал возможным благодаря открытиям в области ядерной физики. Результатом являлось создание новых квантовых эталонов времени, частоты, длины.

Сравнительно простые способы практического использования в различных научных и технических устройствах и измерительных комплексах установок эталонной точности открыли новые этапы в развитии техники точных измерений.

Таким образом, постоянная связь физики и метрологии является важнейшим условием развития последней.

И для того, чтобы не допускать разрыва между развитием физики и метрологии и возможно быстрее и эффективнее использовать успехи современных естественных наук в метрологических целях, совершенно необходимо, чтобы в метрологических институтах проводились фундаментальные научные исследования. В первую очередь это относится к тем областям, которые являются наиболее перспективными для метрологии. Они касаются не только развития эталонной базы, но и решения ещё одной задачи, которая заключается в определении свойств веществ с тем, чтобы обеспечить развитие науки, техники и производства достоверными стандартными данными о механических, физико-химических и других свойствах веществ и технических материалов.

Здесь уместно сослаться на историю развития метрологии и привести пример деятельности основоположника отечественной метрологии Д.И. Менделеева в Главной палате мер и весов. Великий учёный прекрасно сознавал тот факт, что метрология не должна ограничиваться только воспроизведением главнейших физических величин и единиц измерений, играющих, несомненно, исключительную роль в обеспечении нужной практике степени точности и чувствительности измерительных приборов. Требовались фундаментальные научные исследования. Их инициатором в Главной палате мер и весов и явился Д.И. Менделеев. Были созданы исследовательские подразделения для измерений ускорения силы тяжести, определения веса метра воздуха, изучения трения и сопротивления (в особенности в маятниковых подвесах). Д.И. Менделеев не только разработал оригинальную методику для многих из этих исследований, но и сам выполнял целый ряд измерений.

Традиции великого Менделеева были продолжены советскими, а затем российскими учёными метрологических институтов, где фундаментальные научные исследования заняли значительное место. Не вдаваясь в подробности выполнения этих работ, отметим целый ряд значительных достижений в определении с высокой степенью точности фундаментальных физических констант; скорости распространения света в вакууме, гиромагнитного отношения протона; продолжение начатых Д.И. Менделеевым работ по измерению ускорения силы тяжести; создание атомных эталонов частоты, определение с большой точностью частоты ряда электронных переходов в оптической области спектра.

Обращаясь к опыту одного из ведущих метрологических институтов страны – ВНИИФТРИ, – отметим наиболее значительные достижения в фундаментальных исследованиях, связанных с именами выдающихся метрологов института, внёсших значительный вклад в создание научной базы обеспечения единиц измерений в стране (Д.Ю. Белоцерковский, М.П. Орлова, А.С. Боровик-Романов, Д.Н. Астров, Г.А. Ёлкин и др.).

---

Открытие не известной ранее короткопериодической флуктуации скорости вращения Земли, характеризующей неравномерность её вращения; получение новых, значительно более точных данных при проведении прецизионных измерений теплоёмкости жидкого и газообразного водорода в широком интервале температур (особенно при низких температурах; при исследовании свойств карбоната кобальта и марганца ниже температур Кюри; открытие явления слабого ферромагнетизма; впервые обнаружен и исследован магнитоэлектрический эффект в антиферромагнитных веществах; впервые экспериментально доказано существование собственных квадрупольных электрических полей в центросимметричных диэлектриках; изучение усиления ультразвуковых волн в полупроводниках, получение непрерывного режима усиления ультразвуковых волн потоком электронов и тем самым создание усилителя, работающего практически неограниченное время при компактной температуре кристалла и без специального охлаждения; создание квантовых стандартов частоты.

В настоящее время в государственных метрологических институтах уделяется первостепенное значение выполнению заданий ВЦП «Проведение фундаментальных исследований в области метрологии разработки государственных (в том числе первичных) эталонов единиц величин», запланированных на 2016 – 2018 годы.

Основными задачами ФГУП «ВНИИФТРИ» как государственного научного метрологического института являются:

- проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, экспериментальных разработок и осуществление научно-технической деятельности в области обеспечения единства измерений;
- разработка, совершенствование, содержание, сличения и применение государственных первичных эталонов единиц величин в областях измерений, закреплённых за институтом.

В рамках выполнения мероприятий ФЦП «ГЛОНАСС» во ФГУП «ВНИИФТРИ» проводятся работы по созданию квантовых хранителей времени и частоты нового поколения, основанных на использовании рубидиевых атомных фонтанов. В сравнении с широко распространёнными водородными хранителями частоты, в этих устройствах полностью отсутствует дрейф частоты, обусловленный соударениями атомов со стенками колбы и эффектом старения покрытия колбы. Хранители войдут в состав Государственного первичного эталона времени и частоты РФ.

Проводятся исследования по созданию экспериментального образца оптического стандарта частоты и времени на основе фемтосекундных технологий. Результатом выполнения работ будут макеты фемтосекундных оптических часов (ФОЧ) на основе холодных атомов и ионов с нестабильностью по частоте  $10^{-16}$ - $10^{-17}$  за сутки и макет мобильных ФОЧ как на основе твёрдо-

тельных оптических стандартов частоты (ОСЧ), так и ОСЧ с использованием лазерной селекции холодных молекул при нестабильной по частоте  $10^{-15} - 10^{-16}$  за сутки.

В период 2016 – 2018 гг. планируется продолжение работы по модернизации Государственного первичного эталона единицы температуры в диапазоне от 0,3 до 237,16 К ГЭТ 35-2010 в части создания устройства реализации реперных точек МТШ-9 с улучшенной воспроизводимостью; разработки акустического термометра и проведения работ по определению константы Больцмана с целью подготовки к планируемому МБМВ принятию новой версии температурной шкалы.

В части метрологического обеспечения измерений радиационных тепловых потоков большой мощности (от 5 до 2500 кВт/м<sup>2</sup>) планируется разработать и начать выпуск датчиков плотности радиационного теплового потока и аппаратуры для их калибровки.

Значительный объём фундаментальных исследований ведётся и по другим направлениям исследований, представленных во ВНИИФТРИ, а также в других метрологических институтах.