Архивные страницы

Редакция «Альманаха» получила вариант написанной в 1976 г. статьи доктора технических наук, лауреата Государственной премии СССР, одного из корифеев отечественной метрологии, стоявшего у истоков целого ряда направлений метрологических исследований, неоценимой заслугой которого является решение фундаментальных задач общей метрологии, большой вклад в создание эталонной базы ВНИИФТРИ.

Сожалея, что эта работа не попала в выпущенный в 2009 г. издательством ВНИИФТРИ, к 100-летию со дня рождения учёного, сборник избранных трудов П.Н. Агалецкого «Общие вопросы метрологии», редакция «Альманаха», восполняет этот пробел, представляя на суд читателей исследование, содержащее интересные выводы и мысли известного учёного-метролога, не потерявшие актуальности и в настоящее время.

УДК 006.91

ИЗ ОПЫТА СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЭТАЛОНОВ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

П.Н. Агалецкий

Среди всех метрологических задач первое место по государственной значимости, сложности и материальным затратам занимает создание на базе эталонов основных единиц измерений – единой Государственной системы эталонов и образцовых средств измерений.

Разработка и создание государственных эталонов единиц физических величин, образцовых средств измерений высшей точности, их исследование и узаконение в ранге исходных в стране государственных мер, правильное применение и дальнейшее их совершенствование составляют основное содержание научной деятельности Всесоюзного научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений.

За период 9-й пятилетки в итоге выполнения большого комплекса научных исследований и разработок, обобщивших накопленный в институте многолетний опыт проведения метрологических работ в областях: радиоэлектроники, ионизирующих излучений, низких температур и теплофизики, электрофизики, механики, акустики были созданы, изучены, узаконены и введены в действие 23 государственных эталона: 1 – для измерения времени и частоты, 9 – для измерений физических величин в области радиоэлектроники, 5 – для температурных и теплофизических измерений в области низких температур, 4 – для измерений ионизирующих излучений, 2 – для акустических измерений, 1 – для измерений высоких давлений, 1 – для измерения сильных магнитных полей.

Эти работы заложили материально-техническую основу для обеспечения в СССР единообразия мер по закрепленным за институтом областям измерений, обогатили технику точных измерений новыми решениями и новыми возможностями для ее совершенствования, позволили установить направления новых исследований, открывавших перспективу дальнейшего совершенствования государственных эталонов, и дали возможность большому коллективу сотрудников института накопить ценный опыт проведения научных исследований метрологической направленности.

Государственные эталоны воплощают в себе высшие достижения метрологии. Деятельность по их созданию, узаконению и применению охватывает следующий круг метрологических вопросов: теоретические и экспериментальные исследования, направленные на разработку, изготовление, всестороннее изучение комплекса измерительных средств, способных выполнять функции государственных эталонов единиц физических величин; постоянную исследовательскую работу с каждым государственным эталоном по его хранению и применению, которая содержит систематическое изучение возможных изменений воспроизводимого эталоном размера единицы измерений с тем, чтобы при пользовании эталоном иметь обоснованную уверенность в сохранении им объявленных точностных характеристик; проведение метрологической аттестации вторичных эталонов и исходной образцовой измерительной аппаратуры, принадлежащей лабораториям государственной и ведомственных метрологических служб; систематическое изучение научных достижений в данной области метрологии и проведение исследований и разработок, направленных па дальнейшее совершенствование государственного эталона; разработку научно-обоснованных предложений но наиболее эффективной организации в масштабах государства деятельности по поверке и метрологической аттестации образцовых и рабочих средств для данного вида измерений и составление необходимой для этого нормативно-методической документации.

В работе по созданию, узаконению и применению новых государственных эталонов в институте складывалась метрологическая научная школа. Эта школа ставила и разрабатывала многие принципиальные вопросы метрологии и метрологической деятельности, ее административные и экономические аспекты, позволившие определить метрологию как совокупность научных знаний, составляющих теоретическую основу метрологической деятельности, которая проводится во всех странах с целью обеспечения согласуемости и сопоставимости результатов измерения физических величин и заключается в создании национальных систем мер важнейших физических величин, их применении и согласовании с системами мер других стран. Полагая, что трудности в метрологической деятельности в ряде случаев возникали и возникают из-за неправильного понимания основных це-

лей, задач и принципиальных положений метрологии, мы сочли необходимым рассмотреть ряд вопросов, от правильного понимания которых в значительной степени зависят качество и эффективность метрологической деятельности, ее вклад в общее дело строительства нашей страны.

Для оценки качества и эффективности не существует универсальных критериев; эти критерии определяются задачами, поставленными перед конкретным видом деятельности. Рассмотрим основные цели и задачи метрологической деятельности. В настоящее время широко известны роль и значение измерений и, соответственно, измерительной техники в науке, производстве, сфере обслуживания; измерения стали одной из важнейших и всепроникающих научно-технических и производственных функций. Однако далеко не всем известно, что эту роль и значение измерения могут играть только при непременном соблюдении условия, что все они выполнены в единых мерах с требуемой точностью.

Влияние дела обеспечения в стране единообразия мер на развитие производительных сил было осознано очень давно, и с тех нор оно во всех странах было поставлено под управление и контроль государства. Государственный закон страны устанавливает для всеобщего обязательного применения при выполнении измерений систему мер важнейших физических величин, представленную государственными эталонами, и учреждает органы, которым поручает проведение метрологической деятельности по созданию, хранению и применению государственных мер и контролю за соблюдением их единообразия в стране.

Массовость и доступность современных, подчас весьма сложных измерений, выполняемых в единых узаконенных государством мерах с требуемой достоверностью, стала возможной благодаря выделению в обществе двух самостоятельных видов деятельности: одной, направленной на разработку и создание измерительных средств, предназначенных для решения определенных видов измерительных задач и получившей общее наименование «измерительная техника», и второй, направленной на установление единой для всей страны Государственной системы мер физических величин (эталонов и образцовых средств измерений), а также на то, чтобы все применяемые измерительные средства были «законными», т.е. были в установленном порядке с требуемой точностью отградуированы по «узаконенным» мерам (образцовым средствам измерений), получившей общее наименование «метрологическая деятельность», а ее научное содержание – «метрология».

Между этими двумя видами деятельности, обеспечивающими возможность выполнения измерений и получения согласуемой измерительной информации, имеются не только очевидная взаимосвязь и взаимозависимость, но и не для всех очевидные весьма существенные различия. Значение измерительной техники для развития науки, техники, производства и поднятия

жизненного уровня начинают понимать даже неспециалисты, а роль метрологии, особенности ее задач, отличие их от задач, стоящих перед измерительной техникой и стандартизацией, недооценивается, а часто и вовсе не понимается даже работниками органов государственной метрологической службы. Среди метрологов до настоящего времени нет единого мнения о содержании метрологии как научной дисциплины, составляющей научную основу метрологической деятельности.

Метрологию определяют как научную дисциплину, представляющую собою несколько обособившуюся целенаправленную ветвь физики, объединяющую в научную систему знания об измерениях и средствах для их единообразного выполнения с требуемой точностью.

Однако это определение метрологии правильно характеризует только одну сторону метрологической деятельности – ее научно-техническое содержание, совершенно не затрагивая таких ее важных сторон, как юридическая и экономическая.

Мы полагаем, что при определении задач и содержания той или иной прикладной научной дисциплины как отраслевого, так и межотраслевого значения следует исходить в первую очередь из общественного назначения того вида деятельности, теоретической основой которой является рассматриваемая научная дисциплина. Измерения служат в познавательной деятельности человека средством связи опыта с теорией, они связывают свойства вещественного мира с нашими знаниями о них.

Интересы современного общества, в котором существует широчайшее разделение труда, взаимосвязь и взаимозависимость между его результатами, требуют, чтобы измерения, где бы они ни выполнялись, обеспечивали получение согласованных между собой результатов, т.е. чтобы полученные разными лицами с помощью разных технических средств результаты измерений были бы сопоставимы на уровне требуемой точности. Поэтому задача обеспечения единства измерений является главной, определяющей те позиции, с которых метрологи должны рассматривать различные вопросы учения об измерениях, а также методы и средства, привлекаемые из других областей знания для решения метрологических задач.

Первоочередным условием решения задачи обеспечения единства измерений является единообразие мер, официально допущенных в стране для всеобщего применения при проведении измерений. Формально единообразие мер обеспечивается единицами измерений, установленными государственными стандартами. Однако формальное единообразие узаконенных единиц измерений еще не означает действительное единообразие мер в стране, обеспечивающее необходимое обществу единство измерений. Рассмотрим сущность этого вопроса.

В силу того, что измерение служит в познавательной деятельности чело-

века средством связи двух областей: области конкретного, вещественного, в которой действуют законы физики, с областью абстрактного, в которой наше сознание оперирует понятиями по законам формальной логики, – понятие «единица физической величины» содержит двоякий смысл: мера и число.

Во всех странах понимают измерение как совокупность действий, совершаемых для количественного сравнения опытным путем конкретного количества данной физической величины с ее мерой, т.е. конкретным количеством физической величины того же вида, которому условно приписано числовое значение 1 (единица). Измерение позволяет осуществлять переход от конкретных количеств физических величин к их числовым значениям, устанавливающим отношение измеряемой величины к ее мере.

Выполняя измерение, действуют по законам физики с материальными объектами: измеряемой физической величиной, ее мерой и средствами измерений, а получают в результате измерения продукт нематериальный – информацию о числовом значении измеренной величины. При рассмотрении метрологических вопросов обязательно необходимо учитывать, что такие понятия, как мера и единица измерения, система мер и система единиц измерений, конкретное количество физической величины и ее числовое значение, различны по существу и не являются понятиями тождественными.

Подчеркивая это различие, американские метрологи, например, называют системы, подобные системе мер, оперативными системами, а подобные системе единиц – интеллектуальными системами.

Получаемые путем измерения числовые значения измеряемой величины обратно пропорциональны размеру той конкретной меры данной физической величины, в которой выполнено измерение. Чем больше размер меры, тем меньше числовое значение результата измерения и наоборот. Поэтому, с позиций решения задачи обеспечения единообразия мер, погрешность результата измерений удобно рассматривать как погрешность меры, в которой фактически выполнено измерение. При этом относительную погрешность результата измерения можно рассматривать как абсолютную погрешность меры. В принятой системе единиц физических величин единица любой физической величины имеет только одно определение своего размера. Назовем размер единицы физической величины, строго отвечающий ее описательному определению, номинальным размером.

Действительный размер единицы физической величины, овеществленный с помощью конкретной меры или конкретного измерительного прибора, всегда будет в какой-то степени отличаться от ее номинального размера.

Разность между номинальным и действительным размерами характеризует погрешность воспроизведения (овеществления) единицы физической величины.

Меры и измерительные приборы считают правильными (верными), если у них погрешность воспроизведения единицы измерения не превышает установленных для них пределов.

Основным критерием качества результата измерения является его достоверность. Достоверность в свою очередь охватывает своим содержанием понятие правильности результата измерений и его точности. Точность измерения в основном зависит от качества используемых измерительных средств, а правильность – от качества их метрологического обеспечения, т.е. от качества образцовых мер и приборов и методов градуировки (поверки).

Сопоставимость результатов измерений обеспечивают тем, что меры, в которых выполняют измерения и которые используют для градуировки измерительных приборов, по своему размеру совпадают в пределах требуемой точности. Именно поэтому обеспечение единообразия мер в масштабах страны и в международных масштабах является главной задачей метрологической деятельности. Эта задача, решение которой во всех развитых странах поставлено под управление и контроль государства, остается неизменной при любых изменениях технической базы и экономики общества. Метрологическая служба, ее техническое оснащение и организация нуждаются в совершенствовании в соответствии с развитием производительных сил.

Организационные формы, структура, правовое положение, методы работы национальных метрологических служб разнообразны и приспособлены к конкретным условиям каждой страны. Научно-техническое содержание метрологии интернационально.

Успешная целенаправленная метрологическая деятельность невозможна без стройной научной теории этой деятельности – метрологии. Основы метрологии, заложенные трудами советских метрологов в довоенные и первые послевоенные годы, нуждаются в дополнении и развитии с тем, чтобы направляемая этой теорией практическая метрологическая деятельность более полно отвечала новым потребностям и возможностям развитого общества и была наиболее эффективной в экономическом отношении.

В современной практической работе органов Государственной метрологической службы собственно метрологическая деятельность по обеспечению в стране единообразия мер тесно переплетается с другими видами деятельности, имеющими иные цели, задачи и методы их решения, такими как приборостроение, стандартизация, контроль за эффективностью применения измерительной техники в различных отраслях народного хозяйства и др.

При этом основные задачи метрологической деятельности нередко отодвигаются на второй план, поскольку ее результаты не имеют прямого, общепонятного выхода на актуальные проблемы современного промышленного производства.

Соответственно в проводимой пропагандистской работе по привлечению

внимания к измерениям как одному из действенных средств в борьбе за качество и эффективность промышленного производства не дифференцируют задач, стоящих перед метрологией и измерительной техникой, между требованиями закона, охраняющего общегосударственные интересы, и интересами конкретного производственного предприятия.

В понятие метрология часто вкладывают весьма широкий и неопределенный смысл, не заостряя внимания на том, что ее главная цель – наиболее эффективная защита общегосударственных интересов обеспечения достоверности знаний, получаемых с помощью измерений. При подготовке кадров метрологов, в ряде случаев без достаточных к тому оснований, в качестве теоретических вопросов метрологии предлагают теорию вероятностей, теорию информации, теорию распознавания образов, теорию случайных функций и др.

При составлении технических заданий на разработку эталонов и образцовых средств измерений, при оценке их экономической эффективности не учитывают особенностей эталонов и образцовых средств измерений, которые определяются их назначением и официальным положением государственных мер, а поступают также, как при разработке и изготовлении измерительных средств для конкретного заказчика.

Существующее значительное отставание в научной разработке общих вопросов метрологии дезориентирует работников метрологической службы, создает трудности в деле подготовки специалистов-метрологов, в деле установления единой государственной системы эталонов и образцовых мер. Метрологи института особенно остро ощущали это отставание при выполнении работы по созданию и применению государственных эталонов.

Измерительная техника, создаваемая и используемая для измерения различных физических величин, весьма разнообразна по количеству, уровню точности, принципам действия, областям применения и другим показателям. Над ее созданием работает большое число научно-исследовательских и промышленных предприятий. Измерительные средства представляют собой вид промышленной продукции с весьма широкой номенклатурой. К этому виду промышленной продукции закон предъявляет требование, чтобы все средства измерений были бы правильными («законными») как при выпуске их из производства, так и во время эксплуатации. Требования закона обязаны выполнять все граждане и организации страны, независимо от того, выгодно это им или невыгодно.

Методы оценки экономической эффективности производственной деятельности нельзя распространять на деятельность метрологическую, которая необходима для предотвращения в стране ущерба, наносимого нарушением единообразия мер.

Эффективность метрологической деятельности до некоторой степени

аналогична деятельности в области охраны природы, противопожарной безопасности и другим, которые служат охране общегосударственных интересов.

Работы по созданию государственных эталонов являются не только сложными в научно-техническом отношении, но и требуют от исполнителей, чтобы они изучили состояние конкретного вида измерений в нашей стране и за рубежом и в принятии своих решений со знанием дела и с чувством ответственности непосредственно исходили из общегосударственных интересов.

Решая конкретные научно-технические задачи по каждому разрабатываемому эталону, метрологи института проводили также разработку ряда актуальных общих вопросов метрологии.

Перечислим некоторые из них:

вопросы выбора рациональной структуры государственных и вторичных эталонов производных единиц физических величин, использующих измерительные установки для косвенных, совместных и динамических измерений;

принципы использования фундаментальных физических констант и устойчивых физических явлений при создании государственных эталонов и построении системы образцовых мер;

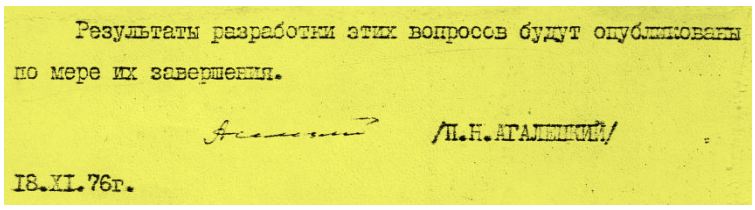
принципы обеспечения правильности результатов совместных и динамических измерений;

сущность государственной метрологической аттестации эталонов и образцовых средств измерений;

вопросы сличения мер при передаче размера единицы измерений от государственного эталона образцовым мерам;

государственные эталоны как средство повышения экономической эффективности измерительной техники.

Результаты разработки этих вопросов будут опубликованы по мере их завершения.


Результаты разработки этих вопросов будут опубликованы по мере их завершения.

/П.Н.АГАЛЕЦКИЙ/

18.XI.76г.