

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ФОТОНИКИ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭТАЛОННОЙ БАЗЫ РОССИИ

© 2019 С.И. Ярьско

Самарский филиал Физического института имени П.Н. Лебедева РАН

Статья поступила в редакцию 04.04.2019

На основе «Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» рассмотрены основные моменты, касающиеся перспектив развития эталонной и нормативно-методической базы России в области обеспечения единства измерений в зависимости от сценариев экономического развития страны. Изложены приоритетные пути развития эталонной базы России, в том числе и в области совершенствования эталонов, используемых в машиностроении. Показано, что развитие эталонной базы направлено на реализацию приоритетных направлений и критических технологий развития науки и технологий России. На примере разработки национальных стандартов в области оптики и фотоники рассмотрено выполнение задач по обеспечению единства измерений, необходимое для инновационного пути развития национальной экономики. Проанализирована деятельность профильных технических комитетов по стандартизации по разработке нормативной документации в области лазерно-оптических технологий. Представлен критический обзор проектов национальных стандартов по технологиям лазерной термообработки материалов в машиностроении.

Ключевые слова: эталонная база, единство измерений, сценарий развития, кодификатор средств измерений, эталонное оборудование, нормативно-методическая база, оптика и фотоника, лазерные технологии, национальные стандарты.

ВВЕДЕНИЕ

19 апреля 2017 года Правительство России приняло Распоряжение №737-р, которое утвердило «Стратегию обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» [1] (далее Стратегия). В подразделах 3 и 4 пятого раздела данного документа под названием «Задачи развития системы обеспечения единства измерений» основное внимание сосредоточено на вопросах развития эталонной и нормативно-методической базы Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

Основной целью политики государства в области развития эталонной базы России является сохранение лидирующего положения по количеству зарегистрированных измерительных возможностей во всех основных видах измерений, определяющих развитие промышленного потенциала страны. Возникновение и развитие новых форм экономических отношений и удовлетворение растущих потребностей в новых методах и средствах измерений требуют постоянного обновления и совершенствования нормативно-правовой и нормативно-методической базы обеспечения единства измерений. Особенно это касается областей промышленности, определяющих инновационный путь развития производства в целом.

*Ярьско Сергей Игоревич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь.
E-mail: scisec@fiap.smr.ru*

В контексте вышеизложенного актуальным является как анализ путей развития эталонной базы России, так и путей совершенствования нормативно-методического обеспечения инновационных технологий, в частности, технологий фотоники.

РАЗВИТИЕ ЭТАЛОННОЙ БАЗЫ

Планирование развития эталонной базы должно опираться как на первоочередные потребности совершенствования системы обеспечения единства измерений РФ, так и на стратегические направления и рекомендации, разработанные Консультативными комитетами Международного комитета мер и весов на основе анализа тенденций и прогноза мировых потребностей в услугах метрологии как самостоятельной отрасли производства.

В Стратегии отмечается, что для обеспечения сохранения позиций РФ в мировой метрологии необходимо увеличение количества российских научных организаций, обладающих эталонной аппаратурой высокого уровня и предоставление этим институтам полномочий представлять на международном уровне те области измерений, где у РФ наблюдается отставание от мирового уровня [1].

В зависимости от сценариев экономического развития страны в Стратегии [1] рассматривается несколько вариантов развития эталонной базы России:

➤ первый вариант (умеренно-оптимистический, базовый), согласно которому:

- в краткосрочной перспективе требования к эталонной базе по количественному и качественному составу должны определяться исходя из точностных требований, предъявляемых к созданию и развитию национальной инновационной системы;

- в краткосрочной и среднесрочной перспективе для обеспечения приоритетов социально-экономического развития, обороноспособности и национальной безопасности РФ необходима база государственных первичных эталонов (ГПЭ), соответствующая уровню эталонной базы промышленно развитых стран. При этом средний возраст эталона должен составлять не более 7 лет, а количество стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов должно быть доведено до количества, применяемого в промышленно развитых странах (например, около 30 тыс. типов в Германии). Сейчас в России по последним данным Государственной службы стандартных образцов каталог государственных стандартных образцов ГСО 2018-2 содержит сведения на 4801 тип стандартных образцов.

➤ второй вариант (инерционный), согласно которому:

- в краткосрочной перспективе требования к эталонной базе по количественному и качественному составу должны определяться на основе подходов, обеспечивающих повышение эффективности ГПЭ при выполнении задач обеспечения единства измерений в определенной отрасли национальной экономики; при создании эталона должна быть обязательно проведена оценка его экономической эффективности и востребованности;

- в среднесрочной и долгосрочной перспективе требования к эталонной базе по количественному и качественному составу должны определяться исходя из точностных требований, необходимых для создания национальной инновационной системы. Основу эталонной базы должны составлять ГПЭ, обеспечивающие научно-технические заделы развития эталонной базы в целом. К таким эталонам относятся эталоны, реализующие воспроизведение единиц физических величин (ФВ) на основе фундаментальных физических констант (ФФК). Это положение становится определяющим в развитии эталонной базы России, учитывая, что 26-ой Генеральной конференцией по мерам и весам (13-16 ноября 2018, Версаль) была принята Резолюция 1 [2], согласно которой, начиная с 20 мая 2019 года, Международная система единиц СИ будет системой, в которой базовые единицы определяются через ФФК. Принятие новых определений основных единиц системы СИ приводит к необходимости обновления

базы ГПЭ как за счет совершенствования существующих эталонов, так и в результате создания новых эталонов. Это обстоятельство также подтверждает ситуация, свидетельствующая о том, что в Российской Федерации ряд эталонов, реализующих данные определения, не обеспечивает требуемой точности, а некоторые эталоны отсутствуют (например, первичный эталон массы на основе ватт-весов).

На всех этапах развития эталонной базы России рекомендуется [1] при создании и модернизации ГПЭ руководствоваться принципом комплексирования, т.е. ориентироваться на создание эталонных комплексов, воспроизводящих несколько единиц различных ФВ, подобно тому, как это сделано при создании ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени. При этом следует опираться на современные научные подходы и современную элементную базу (преимущественно отечественную).

Приоритетными путями развития эталонной базы России в Стратегии определены:

- изготовление в государственных научных метрологических институтах не только ГПЭ, но и государственных эталонов высокого уровня, предназначенных для последующей передачи в государственные региональные центры метрологии;

- равномерное обеспечение территории страны сетью метрологических услуг высокого уровня, что особенно актуально в связи с особенностями транспортной логистики для научно-технических и промышленных районов Сибири и Дальнего Востока.

В Стратегии также отмечается, что при эксплуатации ГПЭ должна периодически проводиться оценка его востребованности и мониторинг эффективности его применения в части участия эталона в международных сличениях; оценки количества измерительных и калибровочных возможностей эталона, представленных в базе данных Международного бюро мер и весов; оценки количества актов передачи единицы величины эталонам вниз по поверочной схеме.

В Стратегии также особое внимание уделено вопросам импортозамещения. Отмечается, что в современных условиях развитие эталонной базы России невозможно без преодоления зависимости отечественной эталонной базы от импорта технических средств и комплектующих. Для этого на государственном уровне должен быть проведен ряд организационно-технических мероприятий:

- во-первых, жестко регламентировано применение технических средств и комплектующих иностранного производства;

- во-вторых, приняты нормативно-правовые акты, устанавливающие применение импортных комплектующих при производстве товаров двойного назначения;

- в третьих, обеспечено централизованное информирование отечественных потребителей о возможностях замены импортных средств измерений на отечественные;

- в-четвертых, разрешено применение импортных комплектующих только при полном отсутствии отечественных аналогов, при этом доля импортных комплектующих в составе эталона не должна превышать определенной величины.

Существенным фактором развития эталонной базы является использование государственно-частного партнерства, предусматривающего передачу государственных эталонов в аренду частным компаниям, создание государственных и частных предприятий, обеспечивающих эксплуатацию эталона, принятие нормативно-правовых актов, согласно которым коммерческие структуры могут быть допущены к разработке и эксплуатации государственных эталонов.

Согласно данным Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта) Минпромторга России при выполнении Программы развития эталонной базы в 2013-2014 гг. в России было создано пять и проведена модернизация еще пяти ГПЭ. Анализ данных, опубликованных на сайте Росстандарта (<http://fif.vniiftri.ru/>) [3], свидетельствует о том, что создание указанных эталонов было направлено на удовлетворение потребностей в области медицины, фармакологии, информационно-телекоммуникационных систем, биомедицины, биоинженерии, ветеринарных технологий жизнеобеспечения и защиты человека и животных, технологий создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии, индустрии наносистем и материалов, технологий атомной энергетики и др. Эти направления жизнедеятельности относятся к числу критических технологий и приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации. Поэтому ясно столь пристальное внимание государства к развитию соответствующей эталонной базы.

Подробный анализ мероприятий, направленных на реализацию вышеназванной Программы развития эталонной базы России, показывает, что обновление эталонной базы России обоснованно предусматривало:

- создание ГПЭ единицы акустического давления в водной среде, что является основой для совершенствования приборов, используемых для оценки качества, безопасности и технического состояния ультразвукового медицинского оборудования, для повышения конкурентоспособности отечественной медицинской продукции;

- создание ГПЭ единиц фазового сдвига и разности фаз в диапазоне частот от 10^9 до $26 \cdot 10^9$ Гц, что, в первую очередь, необходимо для поверки приборов, являющихся средствами метрологического обеспечения параметров антенн радиоэлектронных систем, например, таких как ГЛОНАСС;

- создание специального ГПЭ единиц счетной концентрации и массовой концентрации ДНК в консервирующем водном растворе, что призвано обеспечить проверку качества и безопасности пищевых продуктов в части анализа на содержание генномодифицированных источников, улучшить качество медицинского обслуживания населения в части ДНК-анализов и качество медицинской и сельскохозяйственной биотехнологий;

- создание в 2014 году ГПЭ единицы удельной электрической проводимости металлов, что было призвано впервые в стране решить проблему метрологического оснащения всего отечественного парка средств измерений удельной электрической проводимости твердых тел, что позволило бы обеспечить необходимую точность оценки электрических свойств сталей и сплавов в металлургии, авиа- и автомобилестроении, атомной энергетике;

- создание ГПЭ единицы давления в газовых средах и совершенствование ГПЭ единицы давления на диапазон 10-1600 МПа (ГЭТ 43-2013 – номер в реестре ГПЭ России), что было призвано повысить качество метрологического обеспечения ТЭК и ВПК, улучшить условия производства и охраны окружающей среды, в т.ч. на ядерно-физических и биохимических установках.

Анализ направлений совершенствования ряда действующих ГПЭ позволяет констатировать области, наиболее существенные для жизнедеятельности и развития экономики и хозяйственной деятельности РФ.

Так, проанализировав мероприятия по модернизации ГПЭ, законченные по данным Росстандарта [3] в 2013-2014 гг., можно говорить о том, что эта деятельность направлена на повышение уровня метрологического обеспечения в соответствующих областях измерений, включая повышение уровня точности и расширение диапазона измерений.

Кроме того, в соответствующих областях измерений совершенствование ГПЭ было призвано содействовать:

- развитию электронной компонентной базы приборостроения и нанотехнологий (ГПЭ единицы электрической емкости);

- решению проблемы контроля чистоты веществ и растворителей в химической и радиопромышленности, атомной энергетике (ГПЭ единицы удельной электрической проводимости жидкостей: ГЭТ 132-2018);

- повышению точности определения степени загрязнённости естественными и техногенными радионуклидами сельскохозяйственных территорий и территорий, предназначенных для строительства (ГПЭ единиц активности радионуклидов: ГЭТ 6-2016).

В рамках развития эталонной базы России только за период 2017-2018 гг. приказами Росстандарта было утверждено более 20000 эталонов в различных областях деятельности человека. К их числу относятся, например, рабочие эталоны единицы длины 3 разряда, эталоны единицы массы 4 разряда, рабочие эталоны единицы твёрдости по шкале Роквелла 2 разряда, эталон единицы объёмного расхода газа 1 разряда, эталоны единицы силы 2 разряда и многие др.

Данные, приведенные выше, подчеркивают экономическую, производственную и хозяйственную значимость мероприятий, проводимых Росстандартом и подведомственными ему метрологическими организациями, по совершенствованию эталонной базы России. Указанная деятельность направлена на развитие предприятий реального сектора экономики.

В области совершенствования эталонов, используемых в машиностроении, также необходимо выполнение комплекса организационно-технических мероприятий, предусмотренных Стратегией обеспечения единства измерений в РФ [1].

Ситуация на машиностроительных предприятиях России в области метрологического обеспечения в настоящее время находится в состоянии, далеком от совершенства, поскольку, как отмечается в [4], последние 15–20 лет усилия подавляющего большинства предприятий были направлены не на развитие метрологической базы, а на сохранение и поддержания существующего парка средств измерений.

Настоящее состояние эталонной базы машиностроительных предприятий обусловлено рядом проблем системного характера. К ним в первую очередь относятся: критический физический износ эталонного оборудования, низкие темпы его обновления, более низкий уровень оснащения измерительных лабораторий по отношению к оснащённости аналогичных лабораторий промышленно развитых стран, неоптимальный состав парка эталонного оборудования, устаревшие методики поверки и др. Решить данную проблему можно комплексно, учитывая перспективы и тенденции развития средств и методов измерений в России и за рубежом, метрологические характеристики и функциональные возможности отдельных типов оборудования, взаимозаменяемость различных типов оборудования, возможности объединения программного обеспечения в единую систему, а также возможности метрологическо-

го и сервисного обслуживания в России различных типов оборудования.

Один из вариантов выбора современного эталонного оборудования для оснащения центральных измерительных лабораторий машиностроительных предприятий можно сформировать на основе действующего кодификатора средств измерений [5]. Современное эталонное оборудование для оснащения таких лабораторий должно включать [4]:

- меры длины концевые (КМД) различного типа, номенклатуры и назначения, в зависимости от профиля предприятия, предназначенные для настройки/поверки средств измерения линейных и диаметральных размеров, включая контрольно-измерительные машины (КИМ);
- средства измерений параметров шероховатости в диапазоне 0,025 мкм...6000 мкм, предназначенные для поверки средств измерения линейных размеров и контроля шероховатости и контура высокоточных деталей с плоской и криволинейной поверхностью;
- средства измерений отклонений от круглости, предназначенные для контроля круглости колец, пробок, валиков;
- оптико-механические приборы (универсальный микроскоп, измерительный проектор, мультисенсорная КИМ), предназначенные для поверки средств измерения линейных размеров (нутрометров, штангенциркулей, индикаторов часового типа), контроля резьбовых и гладких калибров, измерения плоских и трехмерных деталей сложного профиля;
- интерференционные средства измерений отклонений от плоскостности, предназначенные для поверки плоскостности КМД и измерительных поверхностей средств измерения линейных размеров (микрометров, штангенциркулей, глубиномеров и т.п.);
- средства измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности, предназначенные для поверки КИМ, разметочных плит, угольников;
- средства измерений параметров зубчатых зацеплений, предназначенные для контроля измерительных и высокоточных зубчатых колес;
- средства измерений плоского угла, предназначенные для поверки угловых мер, призм, настройки рабочих средств измерений, измерения высокоточных деталей, плоскостности, прямолинейности.

Данный комплекс метрологического оборудования можно рассматривать как пример оснащения метрологической лаборатории машиностроительного предприятия. Его использование в состоянии обеспечить предприятию как высокое качество и безопасность выпускаемой продукции, так и значительную экономию финансовых и материальных ресурсов.

РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ФОТОНИКИ

Потребности и задачи предприятий реального сектора экономики являются источником развития, совершенствования и модернизации прикладных разработок научных организаций, занятых в области создания научно-обоснованных инновационных ресурсосберегающих технологий. При выводе на рынок перспективных разработок, использующих, например, лазерные технологические (ЛТ) процессы, как показывает опыт общения с представителями предприятий, этот процесс должен регламентироваться соответствующей нормативной документацией: национальными стандартами (ГОСТ Р), стандартами организаций (СТО), общероссийскими классификаторами технико-экономической и социальной информации (ОК) [6-8], а также правилами, нормами и рекомендациями по стандартизации. Для технологических процессов с использованием лазерных технологий это должны быть нормативные документы в части, касающейся требований к материалам, режимам лазерной обработки, контролю качества изделий, программам и методикам испытаний и т.п. и регламентирующей применение ЛТ на производстве.

Состояние нормативной базы в области ЛТ проанализируем по каталогу национальных стандартов, представленному на официальном сайте Росстандарта [9]. Основную нагрузку по разработке стандартов в области ЛТ и смежных областях несут два технических комитета (ТК) по стандартизации Росстандарта: ТК №296 «Оптика и фотоника» и ТК № 364 «Сварка и родственные процессы». На сегодняшний день каталог национальных стандартов включает более 100 действующих национальных стандартов, относящихся к оптике, фотонике, лазерам и лазерным технологиям, а также родственным и смежным областям (исключая медицину, геодезию и топографию). Из них лишь 47 имеют косвенное отношение к ЛТ в машиностроении (сварка и маркировка) и только 7 из них имеют непосредственное отношение к указанным технологическим процессам. Кроме того, по технологическим процессам лазерной сварки металлических материалов в РФ имеется 8 отраслевых стандартов [10]. Этого явно недостаточно, чтобы промышленные предприятия могли использовать ЛТ в своей деятельности для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Поэтому соответствующие ТК Росстандарта в последние годы начали активную деятельность в части совершенствования нормативно-методической базы по стандартизации услуг в области лазерных технологий. И в этом направлении достигнуты определенные, можно даже сказать, существенные сдвиги.

Рассмотрим этапы подготовки, становления и развития разработки нормативной документации в области ЛТ:

1. Принятие распоряжения Правительства Российской Федерации от 24 июля 2013 года № 1305-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Развитие оптоэлектронных технологий (фотоники)», одной из целей которого является «...совершенствование нормативно-правовой базы, в том числе модернизация технологических стандартов, в целях стимулирования использования технологий фотоники и принятия мер экономического стимулирования инновационной деятельности и модернизации предприятий». В дорожной карте в разделе «Совершенствование государственного регулирования» предусмотрена «... Разработка плана мер нормативно-правового и технического регулирования, обеспечивающих массовое освоение лазерных технологий...» как одна из первоочередных задач, направленных на освоение и развитие принципиально новых производственных технологий.

2. Принятие приказа Росстандарта № 1916 от 12 сентября 2017 года «Об организации деятельности технического комитета по стандартизации «Оптика и фотоника». ТК № 296 по стандартизации «Оптика и оптические приборы» переименован в ТК «Оптика и фотоника». За данным ТК закреплен ряд новых объектов стандартизации в соответствии с кодами ОКПД 2 [6], в том числе: услуги по термообработке металлов, кроме нанесения металлических покрытий (код ОКПД2: 25.61.21.000), оборудование лазерное промышленное (код ОКПД 2: 28.21.13.127), станки для обработки металлов лазером и станки аналогичного типа; обрабатывающие центры и станки аналогичного типа (код ОКПД2: 28.41.1) и т.п. Этим же приказом в состав ТК «Оптика и фотоника» включен подкомитет ПК 8 «Лазерные производственные технологии», созданный на базе ЗАО «Региональный центр лазерных технологий» (г. Екатеринбург).

3. Принятие приказа Росстандарта № 2064 от 2 октября 2017 года «Об организации деятельности технического комитета по стандартизации «Сварка и родственные процессы». Согласно этому приказу за ТК № 364 закреплены объекты стандартизации, которые в соответствии с кодами ОКС-2000 [7] (Общероссийский классификатор стандартов), можно отнести к услугам в области лазерной сварки. В частности, это услуги по сварке, пайке твердым и мягким припоем, включая газовую сварку, электрическую сварку, плазменную сварку, электронно-лучевую сварку (добавлено по сравнению с ОКС-1993 [8]), плазменную резку и т.д. (код 25.160 по ОКС-2000).

В этом отношении наименование ПК 8, входящего в состав ТК 296, следует признать несколько неудачным, т.к. по специализации и области деятельности его функции, как и функции ряда подкомитетов ТК 364 можно трактовать гораздо шире, чем предписано задачами ТК. Например, ПК 8 приказом № 1916 (см. выше) предписана специализация по стандартизации лазерного промышленного оборудования (код ОКПД 2: 28.21.13.127). Как известно, спектр лазерного технологического оборудования достаточно широк. Отсюда, на наш взгляд, некорректная трактовка некоторых объектов стандартизации ТК 296 и ТК 364. Например, согласно приказу Росстандарта № 2064 от 02.10.2017 за ТК 364 закреплен объект стандартизации «Сварочное оборудование» (код ОКС-2000 25.160.30). Учитывая, что за ТК 296 закреплена стандартизация лазерного промышленного оборудования, возникает вопрос (пока без ответа): кто должен заниматься стандартизацией оборудования для лазерной сварки?

4. Поручение Росстандарта (в лице заместителя Руководителя Шалаева А.П.) разработать ТК № 296 программу стандартизации РФ в области оптики и фотоники на 3-5 лет (информационное письмо ТК № 296 от 4 декабря 2017 г. № 13/17). Здесь же ПК 8 предлагал включить в программу национальной стандартизации на 2018 год 16 проектов национальных стандартов РФ, касающиеся стандартов на лазерную терми-

ческую обработку, лазерную наплавку и лазерную очистку поверхности.

5. На заседании ТК 296 от 7 мая 2018 г. одобрен проект программы стандартизации на 2019-2023 г. с учетом предложений, высказанных в процессе заседания ТК 296 [11].

И, наконец, самое важное, что было сделано в плане разработки национальных стандартов на услуги в области лазерной обработки материалов:

6. В соответствии с ГОСТ Р 1.2-2016 «Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления ...» разработка национального стандарта проходит в несколько этапов (рис. 1). Согласно действующему регламенту (рис. 1) ТК 296 подготовил к утверждению (декабрь 2018 года) 14 проектов национальных стандартов и представил их для публичного обсуждения: этап 3 на рис. 1. Среди них проекты национальных стандартов (ПНС) ПНС-2018 1.2.296-1.005.18, ПНС-2018 1.2.296-1.011.18, ПНС-2018 1.2.296-1.014.18 [12-14], имеющие непосредственное отношение к реализации технологий лазерной термообработки материалов (табл. 1). Рассмотрим эти проекты более детально.

Анализ показывает, что, несмотря на исключительную важность разработки этих нормативных документов, принятие их и утверждение в качестве руководящих документов в настоящее время не может быть реализовано без доработ-



Рис. 1. Этапы разработки национальных стандартов

Таблица 1. Замечания на первую редакцию проектов национальных стандартов по лазерной термической обработке

Проект национального стандарта «Технические требования и аттестация процедур упрочняющей термической обработки металлических материалов. Лазерная термическая обработка сталей. ГОСТ Р шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.005.18»			
№ п/п	Структурный элемент проекта стандарта	Замечание, предложение	Предлагаемая редакция
1	6.3 Неразрушающий контроль	Ссылка на некоторые ГОСТы в данном разделе не правомерна, т.к., в частности, область применения ГОСТ Р 55724-2013 и ГОСТ Р ИСО 17637-2014 не распространяется не только на лазерную термическую обработку, но даже и на объемную термическую обработку.	Изменить формулировку абзаца 2 пункта 6.3 (исключить ГОСТы, к области применения которых не относится лазерная термическая обработка).
2	6.4. Разрушающие испытания	Должно быть определено число контрольных образцов для каждого типа испытаний.	Ввести п. 6.4.5 Испытания контрольных образцов проводятся на образцах числом не менее трех, если другое не определено ГОСТ на соответствующий вид испытаний.
Проект национального стандарта «Обработка упрочняющая. Лазерная термическая обработка сталей. Термины и определения. ГОСТ Р шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.011.18»			
3	1. Область применения	Термины и определения, приводимые в данном ГОСТ, относятся не только к лазерной упрочняющей обработке сталей, но также и сплавов на основе железа, чугунов, титановых сплавов, алюминиевых деформируемых сплавов и др.	Изменить название ГОСТ на: «Лазерная термическая обработка сталей и сплавов». Изменить текст абзаца 1 п.1. на «...обработки сталей и сплавов».
Проект национального стандарта «Термическая обработка. Лазерное термоупрочнение деталей машиностроения. Технологический процесс. ГОСТ Р шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.014.18»			
4	Название (англ.)	Привести в соответствие с терминологией, предложенной в проекте стандарта «Обработка упрочняющая. Лазерная термическая обработка сталей. Термины и определения. ГОСТ Р шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.011.18».	Английский вариант названия читать в следующей редакции: «Laser surface hardening of mechanical engineering details. Technological process».
5	Название		Лазерное термоупрочнение деталей машиностроения и металлообрабатывающего инструмента
6	1. Область применения		Абзац 1 дополнить после слов «...термоупрочнения деталей» словами «... и металлообрабатывающего инструмента».
7	3. Термины и определения	Термины и определения по пп. 3.1-3.15 привести в соответствие с пп. 1-37 раздела 2 «Термины и определения» проекта стандарта «Обработка упрочняющая. Лазерная термическая обработка сталей. Термины и определения. ГОСТ Р шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.011.18»	В частности, это касается п.3.9 «лазерное термоупрочнение», п.3.12 «зона упрочнения» и др. п.3.4 «обрабатываемая поверхность»

Таблица 1. Замечания на первую редакцию проектов национальных стандартов по лазерной термической обработке (окончание)

8	4. Обозначения и сокращения	Стилистически неправильно введены понятия максимальной и минимальной глубины зоны упрочнения (по тексту написано «...глубина поверхностного упрочнения»).	Определить h_{\min} и h_{\max} как максимальную и минимальную глубину зоны упрочнения (поверхностно-упрочненного слоя).
9	9. Способы проведения технологического процесса	Отсутствует указание на степень неравномерности распределения плотности мощности (энергии) по сечению пятна. Важность этого параметра подтверждена, например, исследованиями [15-17].	9.5. Степень неравномерности распределения плотности мощности (энергии) по сечению лазерного пятна должна обеспечивать степень неравномерности распределения температуры по сечению пятна на уровне не хуже $\pm 10\%$.
10	9. Способы проведения технологического процесса	Недостаточно мотивированно указание на выбор коэффициента перекрытия.	п.9.3 дополнить словами: «Значения K_p должны определяться на основе анализа изнашивания деталей и металлообрабатывающего инструмента ...» и далее по тексту.
11	10.3 Выбор параметров процесса ЛТ	Параметры процесса ЛТ (приложение А) привести в соответствие с проектом стандарта «Технические требования и аттестация процедур упрочняющей термической обработки металлических материалов. Лазерная термическая обработка сталей. ГОСТ Р шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.005.18» в части, касающейся формы импульса излучения (п.3.10.1).	В Приложение А внести требование к форме импульса для процесса лазерного термоупрочнения. Эффективность применения при термоупрочнении профилированного импульса излучения показана ранее, например, в работе [18].
12	12.4 Контроль качества ЛТ....	Нет соответствия с объемом контроля и испытания по п. 6.1 проекта стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.005.18	Привести в соответствие в части, касающейся видов контроля и испытаний, перечисленных в п.6.1 проекта стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.005.18 (особенно в части, касающейся разрушающих испытаний).
13	Приложение А. Таблица А1. Строка «Распределение плотности мощности...»	Должно быть сделано указание на степень неравномерности распределения плотности мощности (энергии) по сечению лазерного пятна.	В столбце «Обозначение» слова «близкое к равномерному распределению» заменить на «степень неравномерности плотности мощности (энергии) не хуже $\pm 10\%$ ». Либо требование к распределению плотности мощности (энергии) лазерного излучения по пятну из табл. А1 внести пунктом 10.5 в раздел «Требования к технологическим режимам».
14	Приложение А. Таблица А1.	В графе «Обозначение» следует указать еще размерность величины.	

ки проектов стандартов по результатам публичного обсуждения и их редактирования (этап 4 рис. 1). В предложенном виде утверждение проектов стандартов в качестве национальных стандартов является преждевременным.

Основные замечания по проектам стандартов сводятся к следующему: некорректны формулировки названий, области применения, терминологии; присутствуют жаргонные слова и выражения; в ряде формулировок сужена область применения стандартов; имеет место нескоррелированность понятий и определений разных стандартов, относящихся к одной области лазерной технологии; в ряде случаев не учтены параметры технологического процесса, определяющие качество лазерной термообработки, и др. Более подробный перечень замечаний представлен в таблице 1. Здесь использована форма отзыва на проект стандарта, предложенная ТК 296.

Ряд замечаний по проектам стандартов имеет не принципиальное, а скорее, методическое или редакционное значение. Например, в проекте стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.005.18 не правомерны указания на некоторые нормативные ссылки (табл. 1). Английский вариант названия проекта стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.014.18 не соответствует терминологии, предложенной в проекте стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.011.18. Аналогично ряд терминов, используемых в проекте стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.014.18, не коррелирует с терминами, вводимыми проектом стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.011.18. К этому разряду можно также отнести замечания по пунктам 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, 14 таблицы 1.

Детальный анализ вышеупомянутых проектов стандартов показывает, что существует ряд замечаний, касающихся сути организации и реализации собственно процесса лазерного термоупрочнения. Например, важными параметрами при его реализации наряду с энергетическими являются временные и пространственные характеристики лазерного излучения. Поэтому в разделах «Способы проведения технологического процесса» и «Требования к технологическим режимам» (п.п. 9, 11 и 13 табл. 1) проекта стандарта ПНС-2018 1.2.296-1.014.18 должны содержаться указания на соблюдение требований к временной форме импульса излучения и к степени неравномерности распределения плотности мощности (энергии) излучения по сечению лазерного пятна.

Итак, анализ только трех проектов стандартов на услуги по лазерной обработке материалов показывает, что в этом направлении интенсивность и качество работ Росстандарта и его структур постоянно нарастают и совершенствуются. Но, к сожалению, в условиях интенсификации производства этого пока недостаточно для обе-

спечения потребностей предприятий реального сектора экономики.

ВЫВОДЫ

1. Определяющим для развития эталонной базы России является создание и совершенствование ГПЭ, реализующих воспроизведение единиц физических величин на основе ФФК и обеспечивающих метрологические характеристики, необходимые для реализации инновационного пути развития экономики.

2. Основным принципом обновления эталонной базы России является реализация приоритетных направлений и критических технологий развития науки и технологий России и обеспечение предприятий, в том числе и машиностроительного профиля, метрологическим оборудованием, позволяющим обеспечить высокое качество выпускаемой продукции.

3. Одной из первоочередных задач, направленных на освоение и разработку принципиально новых производственных технологий, в том числе и лазерных, является разработка нормативно-методического обеспечения технологий фотоники.

4. Анализ проектов стандартов по лазерной термической обработке сталей свидетельствует о том, что профильные технические комитеты Росстандарта проводят значительный объем работ по разработке и подготовке к утверждению проектов национальных стандартов, регламентирующих услуги в области лазерной обработки материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 19.04.2017 № 737-р «Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года».
2. 26th meeting of the CGPM: 13-16 November 2018. Resolutions of the CGPM [Электронный ресурс] // URL: <https://www.bipm.org/utls/common/pdf/CGPM-2018/26th-CGPM-Resolutions.pdf> (дата обращения 21.03.2019).
3. Информационные ресурсы управления метрологии Росстандарта [Электронный ресурс] // URL: <http://fif.vniiftri.ru/> (дата обращения 21.03.2019).
4. Зеленин М.В. Совершенствование эталонной базы отечественных машиностроительных предприятий // Мир измерений. – 2011. – №5. URL: <https://gia-stk.ru/mi/adetail.php?ID=50087> (дата обращения 21.03.2019).
5. МИ 2314-2006. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Кодификатор групп средств измерений. – М.: ФГУП «ВНИИМС», 2006 – 202с.
6. Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2) ОК 034-2014 (КПЕС 2008) (с учетом Изменения 32/2018).

7. Общероссийский классификатор стандартов ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96) 001-2000. – М.: Стандартиформ, 2011. – 63с.
8. Общероссийский классификатор стандартов ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001-96) 001-93 (не действует).
9. Росстандарт. Каталог национальных стандартов [Электронный ресурс] // URL: <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts/catalognational> (дата обращения 21.03.2019).
10. Стандартизация технологических процессов обработки металлов с применением лазерного излучения: современное состояние, проблемы, задачи / Шанчуров С.М., Малыш М.М., Сухов А.Г. и др. // Лазер-информ. – 2018. – №11-12. – С.9-14.
11. Протокол заседания ТК 296 «Оптика и фотоника» // Лазер-информ. – 2018. – №11-12. – С.8-9.
12. Проект национального стандарта. Технические требования и аттестация процедур упрочняющей термической обработки металлических материалов. Лазерная термическая обработка сталей (шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.005.18).
13. Проект национального стандарта. Обработка упрочняющая. Лазерная термическая обработка сталей. Термины и определения (шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.011.18).
14. Проект национального стандарта «Термическая обработка. Лазерное термоупрочнение деталей машиностроения. Технологический процесс (шифр по ПНС-2018 1.2.296-1.014.18).
15. Ярьско С.И. Апробация в производственных условиях результатов моделирования процесса резания инструментом, упрочненным лазерным излучением // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – №8. – С.8-13.
16. Ярьско С.И. Особенности износа режущего инструмента после лазерного упрочнения на воздухе и в среде инертного газа // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2009. – №3. – С.40-43.
17. Ярьско С.И. Технологическое обеспечение качества поверхности методами модификации ее свойств концентрированными потоками энергии: уч. пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 248с. URL: <https://search.rsl.ru/record/01007949003> (дата обращения 21.03.2019).
18. Каюков С.В., Ярьско С.И. Лазерное упрочнение инструментальных сталей профилированным импульсным излучением // Физика и химия обработки материалов – 2003. – №4. – С.13-18.

NORMATIVE-METHODICAL SUPPORT OF PHOTONICS TECHNOLOGIES FOR MECHANICAL ENGINEERING AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE RUSSIA ETALON BASE

© 2019 S.I. Yaresko

Samara Branch of P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences

On the basis of “The strategy for ensuring the unity of measurements in the Russian Federation until 2025” the main points concerning the prospects of development of the etalon and normative-methodical base of Russia in the field of ensuring the unity of measurements depending on the scenarios of economic development of the country are considered. Priority ways of development of etalon base of Russia, including in the field of improvement of the etalons used in mechanical engineering are presented. It is shown that the development of the etalon base is aimed at the implementation of priority areas and critical technologies for the development of science and technology in Russia. On the example of the development of national standards in the field of optics and Photonics the solution of the tasks of ensuring the unity of measurements necessary for the innovative development of the national economy is considered. The activity of specialized technical committees on standardization for the development of normative documentation in the field of laser-optical technologies is analyzed. A critical review of the draft national standards for laser materials processing technologies in mechanical engineering is presented.

Keywords: etalon base, unity of measurements, development scenario, codifier of measuring instruments, etalon equipment, normative-methodical base, optics and photonics, laser technologies, national standards.