

КОНЦЕПЦИЯ

развития Государственной
метрологической службы до 2030 года

ВВЕДЕНИЕ

Концепция развития государственной метрологической службы Республики Беларусь (далее – ГМС) основывается на комплексном развитии системы обеспечения единства измерений, предполагающем совершенствование ее организационных и правовых основ, научно-технического и кадрового потенциала, состояния промышленности, а также содействие цифровой трансформации. Система обеспечения единства измерений выступает важной частью государственной инфраструктуры, необходимой для производства промышленной продукции, осуществления товарообмена и выполнения ключевых государственных функций.

Концепция развития ГМС представляет собой документ долгосрочного стратегического планирования, содержащий цель, задачи и приоритеты развития системы обеспечения единства измерений в Республике Беларусь до 2030 года.

Любое промышленное предприятие Республики Беларусь является неотъемлемой частью Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь, которая гарантирует точность, безопасность и экономичность производственных процессов, способствует внедрению инновационных решений. Метрологическая деятельность является значимой составляющей инфраструктуры качества, оказывающей существенное влияние на экономическую инфраструктуру государства.

Цель концепции развития ГМС заключается в обеспечении устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития Республики Беларусь через повышение точности, объективности, достоверности и сопоставимости результатов измерений, применяемых в различных сферах экономики и государственного управления.

Концепция развития ГМС разработана в соответствии с Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года, которая одобрена протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10 и с учетом положений:

Указа Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021 – 2025 годы»;

постановления Совета Министров от 29 октября 2024 г. № 798 «Об одобрении Комплексного прогноза научно-технического прогресса для Республики Беларусь на 2026 – 2030 годы и на период до 2045 года»;

постановления Совета Министров Республики Беларусь от 29 мая 2024 г. № 393 «О Национальной стратегии развития экономики замкнутого цикла (циркулярной экономики) Республики Беларусь на период до 2035 года»;

постановления Высшего государственного Совета Союзного государства № 2 «О Стратегии научно-технологического развития Союзного государства на период до 2035 года» (принято в г. Санкт-Петербурге 29 января 2024 г.);

Закона Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 157-3 «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Республики Беларусь»;

Закона Республики Беларусь от 5 сентября 1995 г. № 3848-XII «Об обеспечении единства измерений» (далее – Закон);

Концепции национальной безопасности Республики Беларусь, которая утверждена решением Всебелорусского народного собрания от 25 апреля 2024 г. № 5;

Послания Президента Республики Беларусь от 28 января 2022 г. «Послание Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко белорусскому народу и Национальному собранию Республики Беларусь».

Положения Концепции развития ГМС согласованы со стратегическими направлениями развития Евразийской экономической интеграции в части обеспечения единства измерений

Реализация Концепции развития ГМС в части совершенствования системы обеспечения единства измерений в Республике Беларусь будет способствовать достижению ряда показателей экономического роста страны:

устойчивый рост валового внутреннего продукта;

положительная динамика с сфере инвестиций в основной капитал, улучшение инвестиционного климата;

модернизация промышленности;

профицитный внешнеторговый баланс и диверсификация экспорта в развитие цифровой экономики.

ГЛАВА 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. ГМС и ее место в экономике страны

ГМС создана Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь (далее – Госстандарт) и включает в себя национальный метрологический институт и другие юридические лица, подчиненные Госстандарту и уполномоченные им в соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 сентября 1995 г. № 3848-ХІІ «Об обеспечении единства измерений» (далее – Закон) на проведение испытаний в целях утверждения типа средства измерений или утверждения типа стандартного образца, работ по метрологической оценке в сфере законодательной метрологии.

ГМС возглавляет Госстандарт, осуществляющий проведение единой государственной политики и координацию деятельности, связанной с созданием и функционированием Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь.

ГМС способна решать самый широкий диапазон измерительных, испытательных и других научно-технических задач в области метрологии.

В состав ГМС входят:

Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ) (220053, г. Минск, Старовиленский тракт, 93, тел. (017) 374 55 01), который определен в качестве Национального метрологического института (далее – НМИ) и осуществляет общую координацию деятельности ГМС,

а также региональные метрологические службы, которые регулируют деятельность в области обеспечения единства измерений в соответствующих областях Республики Беларусь:

НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации», 220053, г. Минск, ул. Новаторская, д.2А, тел. (017) 269 69 99, факс (017) 269 68 89;

РУП «Барановичский ЦСМС», 225409, г. Барановичи, ул. Чернышевского, 61/1, тел. (0163) 65 46 46;

РУП «Бобруйский центр стандартизации, метрологии и сертификации», 213809, г. Бобруйск, ул. Пушкина, 204а, тел. (0225) 70 60 01;

РУП «Борисовский ЦСМС», 222517, г. Борисов, ул. Лопатина, 20, тел. (0177) 94 25 34;

РУП «Брестский ЦСМС», 224001, г. Брест, ул. Кижеватова, 10/1, тел. (0162) 58 08 70;

РУП «Витебский ЦСМС», 210015, г. Витебск, ул. Хмельницкого, 20, тел. (0212) 48 04 19;

Государственное предприятие «Гомельский ЦСМС», 246015, г. Гомель, ул. Лепешинского, 1, тел.: (0232) 26 33 01, (0232) 26 33 00;

РУП «Гродненский ЦСМС», 230003, г. Гродно, ул. Обухова, 3, тел. (0152) 64 31 41;

РУП «Калинковичский ЦСМС», 247710, г. Калинковичи, ул. 50 лет Октября, 50, тел. (02345) 33 4 50;

РУП «Лидский ЦСМС», 231300, г. Лида, ул. 8 Марта, 14, тел. (0154) 64 56 81;

РУП «Могилевский ЦСМС», 212011, г. Могилев, ул. Белинского, 33, тел. (0222) 72 16 58;

Государственное предприятие «Молодечненский ЦСМС», 222310, г. Молодечно, ул. Галицкого, 8, тел. (0176) 55 21 11;

РУП «Оршанский ЦСМС», 211382, г. Орша, пр. Текстильщиков, 31б, тел. (0216) 50 64 57;

Государственное предприятие «Пинский ЦСМС», 225710, г. Пинск, ул. Берковича, 10, тел. (0165) 62 22 90;

РУП «Полоцкий ЦСМС», 211440, г. Новополоцк, проезд Заводской, 32, тел. (0214) 51 98 00;

РУП «Слуцкий ЦСМС», 223610, г. Слуцк, ул. Молодежная, 10, тел. (01795) 4 53 52, (01795) 4 53 86.

Деятельность ГМС является неотъемлемой частью функционирования системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь, включающей в себя законодательные и нормативные правовые акты, нормативно-технические и методические документы в области обеспечения единства измерений, участников системы обеспечения единства измерений, эталонную базу и парк средств измерений. Участниками или конечными пользователями системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь являются субъекты экономической деятельности. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь способствует надежному и эффективному функционированию различных областей деятельности, в том числе здравоохранения, промышленности, строительства, транспорта, охраны окружающей среды, обеспечения безопасных условий и охраны труда и т.д.

ГМС играет важную роль в экономике страны, обеспечивая точность и надежность измерений в различных сферах деятельности, и выполняет следующие функции:

повышение качества продукции. Метрология помогает обеспечивать контроль качества производимых товаров и предоставляемых услуг, что имеет особое значение в таких высокотехнологичных сферах, как машиностроение, фармацевтика и строительство;

поддержка научных исследований и разработок. Точность измерений необходима для проведения качественных научных исследований

и технологических испытаний, что стимулирует инновационное развитие экономики;

защита от негативных последствий, связанных с недостоверными результатами измерений в торговой сфере. Эта функция направлена на предотвращение возможных убытков, вызванных неточными измерениями, и обеспечение справедливости и прозрачности в коммерческих операциях;

участие в создании и внедрении нормативных правовых актов, которые регулируют различные экономические отрасли, включая охрану здоровья, защиту окружающей среды и безопасность труда.

Национальная промышленность является одной из ключевых отраслей, где точность измерений имеет критическое значение для качества продукции, безопасности производства и конкурентоспособности предприятий. Эффективное функционирование национальной экономики невозможно без повышения уровня производительности и качества труда. Основным направлением обеспечения этих факторов следует считать переход к инновационной экономике, которая будет основана на развитии науки и внедрении ее достижений в производство. Современные наука и производство насыщены средствами измерений, показатели точности которых характеризуют уровень развития науки и производства.

Развитие технологий современного производства всех предприятий, осуществляющих свою деятельность в реальном секторе экономики Республики Беларусь, требует современных подходов в метрологическом обеспечении этих производств. Таким образом развитие ГМС не может происходить в отрыве от потребностей промышленности. Именно промышленность задает вектор развития ГМС.

Высокий уровень экономического развития может быть достигнут только при внедрении в важнейшие сферы деятельности государства передовых технологий, основанных на современных достижениях науки, техники и информатизации.

1.2. Цель, задачи и приоритеты ГМС

Основной целью ГМС является удовлетворение потребностей государства и общества в достоверных результатах измерений, необходимых для устойчивого социально-экономического развития страны. ГМС тесно связана с реальным сектором экономики Республики Беларусь, поскольку именно в этой сфере точность измерений играет ключевую роль.

Задачи ГМС:

реализация единой государственной политики в области обеспечения единства измерений;

осуществление работ в области обеспечения единства измерений в сфере законодательной метрологии в соответствии с правилами осуществления метрологической оценки, установленными законодательством об обеспечении единства измерений, включая:

создание, совершенствование, содержание национальных эталонов единиц величин;

организация и проведение сличений национальных эталонов единиц величин с международными или национальными эталонами единиц величин других государств;

создание и совершенствование инфраструктуры и материально-технической базы для передачи размеров единиц величин эталонам единиц величин и средствам измерений при осуществлении государственной поверки или калибровки;

поддержание на необходимом техническом и профессиональном уровне работ по испытаниям средств измерений или стандартных образцов в целях утверждения типа средства измерений или утверждения типа стандартного образца, работ по метрологической оценке и расширение номенклатуры указанных работ в соответствии с потребностями в них субъектов хозяйствования;

осуществление взаимодействия с юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и иными физическими лицами, включая координацию в этих целях работы их метрологических служб или деятельности в области обеспечения единства измерений;

участие в мероприятиях по подготовке и переподготовке кадров в области метрологии;

участие специалистов юридических лиц, входящих в ГМС, в работах по межрегиональному, международному сотрудничеству по вопросам обеспечения единства измерений;

развитие обеспечения единства измерений в регионах для решения проблемных вопросов;

обеспечение точности и надежности измерений в промышленности в целях повышения качества продукции, снижению рисков и улучшению конкурентоспособности предприятий;

участие в мероприятиях по подготовке и переподготовке кадров в области метрологии;

участие специалистов юридических лиц, входящих в ГМС, в работах межрегионального и международного сотрудничества по вопросам обеспечения единства измерений.

формирование предложений:

для разработки государственных научно-технических программ в области обеспечения единства измерений;

в инвестиционные программы, направленные на совершенствование эталонной базы ГМС, разработку стандартных образцов, методик поверки, калибровки, методик (методов) измерений, используемых в деятельности ГМС;

направленных на совершенствование деятельности ГМС в области обеспечения единства измерений, а также на совершенствование Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь;

НМИ является ключевым элементом Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь и выполняет ряд важных задач, направленных на поддержание высокого уровня точности и надежности измерений в стране.

В соответствии со статьей 10 Закона НМИ осуществляет следующие основные функции в области обеспечения единства измерений:

проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области метрологии;

участие в формировании и реализации концепций развития государственной метрологической службы;

участие в пределах своих полномочий в совершенствовании законодательства об обеспечении единства измерений, разработке проектов документов, сооставляющих право Евразийского экономического союза;

разработка проектов государственных научно-технических программ, направленных на разработку и модернизацию национальных эталонов единиц величин и выполнение заданий таких программ;

внесение предложений по формированию инновационных проектов в области обеспечения единства измерений, направленных на формирование и совершенствование эталонной базы Республики Беларусь, участие в их реализации;

проведение исследований эталонов единиц величин, осуществление содержания национальных эталонов единиц величин, организация сличений национальных эталонов единиц величин с международными эталонами единиц величин или национальными эталонами единиц величин иностранных государств, обеспечение при необходимости поверки и (или) калибровки национальных эталонов единиц величин;

проведение работ по признанию национальных эталонов единиц величин иностранными государствами, в том числе в рамках реализации многосторонних соглашений, подписанных Республикой Беларусь, НМИ;

разработка и издание рекомендаций в области метрологии;

формирование и ведение Государственного информационного фонда по обеспечению единства измерений в целях надлежащего функционирования Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь;

осуществление координации и научно-методического обеспечения сличений результатов измерений;

осуществление взаимодействия со средствами массовой информации по вопросам обеспечения единства измерений;

участие в работе международных и региональных организаций по метрологии в пределах полномочий, определенных Госстандартом;

разработка и поддержание национальных эталонов единиц величин;

проведение работ по метрологической оценке;

взаимодействие с юридическими лицами государственной метрологической службы, метрологическими службами государственных органов, подчиненных государственным органам юридических лиц, а также иных юридических лиц;

оказание консультационных услуг по вопросам обеспечения единства измерений;

разработка технических нормативных правовых актов и иных документов в области обеспечения единства измерений;

взаимодействие с организациями-хранителями национальных эталонов в части содержания национальных эталонов и др.

НМИ также осуществляет иные функции в области обеспечения единства измерений в соответствии с Законом, иными актами законодательства, международными договорами Республики Беларусь, а также правом Евразийского экономического союза.

ГМС играет ключевую роль в обеспечении единства измерений, поддержании высокого уровня точности и достоверности измерений, а также в защите интересов потребителей и государства. Приоритеты развития ГМС могут варьироваться в зависимости от текущих потребностей экономики и общества, но некоторые из них остаются постоянными:

совершенствование механизма прогнозирования потребностей экономики и общества в измерениях с учетом развития промышленности;

развитие эталонной базы;

повышение уровня метрологического обеспечения реального сектора экономики с учетом приоритетных направлений развития науки и техники;

развитие импортозамещения (в отношении производства средств измерений, стандартных образцов, эталонов);

повышение уровня компетентности кадров для Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь;

формирование взаимовыгодного международного научно-технического сотрудничества в области метрологии.

ГЛАВА 2 ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГМС

2.1. Нормативная правовая база

Нормативную правовую базу в области обеспечения единства измерений Республики Беларусь составляют следующие нормативные правовые акты:

Закон Республики Беларусь от 5 сентября 1995 г. № 3848-ХІІ «Об обеспечении единства измерений», в котором установлены правовые основы обеспечения единства измерений в Республике Беларусь, определены сфера и формы государственного регулирования, установлены требования к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений;

постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 октября 2020 г. № 594 «О межотраслевой комиссии времени, частоты и определения параметров вращения Земли»;

постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24 ноября 2020 г. № 673 «О единицах величин, допущенных к применению в Республике Беларусь»;

постановление Совета Министров Республики Беларусь от 7 декабря 2020 г. № 706 «Об особенностях обеспечения единства измерений».

постановление Государственного комитета по стандартизации от 7 февраля 2023 г. № 9 «Об утверждении Положения о Государственном реестре национальных эталонов единиц величин Республики Беларусь»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 90 «О знаках поверки и калибровки средств измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 84 «Об отнесении технических средств к средствам измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 76 «О государственной метрологической службе»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 89 «Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по сличениям результатов измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 81 «Об утверждении Положения об уполномочивании юридических лиц»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 29 марта 2021 г. № 27 «Об утверждении Типового положения о метрологической службе»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 ноября 2020 г. № 70 «Об утверждении Правил разработки, утверждения, модернизации и содержания национальных эталонов единиц величин»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23 апреля 2021 г. № 42 «Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 19 апреля 2021 г. № 37 «Об утверждении Правил проведения метрологического аудита»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 39 «О перечне категорий средств измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23 апреля 2021 г. № 44 «Об утверждении Правил разработки и применения методик (методов) измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23 апреля 2021 г. № 43 «Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по аттестации методик (методов) измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 21 апреля 2021 г. № 40 «Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 38 «Об осуществлении метрологической оценки для утверждения типа средств измерений и стандартных образцов»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 7 февраля 2023 г. № 9 «Об утверждении Положения о порядке формирования и ведения Государственного информационного фонда по обеспечению единства измерений»;

постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 4 мая 2023 г. № 33 «О требованиях к определению количества фасованного товара»;

от 7 июля 2017 г. № 53 «Об утверждении Правил разработки межгосударственных стандартов»;

от 12 июля 2017 г. № 59 «Об утверждении Правил разработки государственных стандартов Республики Беларусь»;

Вопросы обеспечения единства измерений регулируются также целым рядом технических нормативных правовых актов, международными документами, регламентирующими деятельность в области обеспечения единства измерений.

Республика Беларусь принимает участие в деятельности следующих международных организаций и договоренностей:

Метрическая конвенция и «Договоренность о признании эталонов, сертификатов измерений и калибровки» (CIPM MRA, www.bipm.org);

Международная организация законодательной метрологии (OIML, www.oiml.org);

Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации МГС (EASC, www.easc.org.by);

Региональная организация по метрологии KOOMET (COOMET, www.coomet.org, www.coomet.net).

Правовые основы обеспечения единства измерений играют ключевую роль в развитии реального сектора экономики Республики Беларусь, обеспечивая точность и надежность измерений, соответствие продукции стандартам качества, защиту прав потребителей и интеграцию в международный рынок. В настоящее время в области обеспечения единства измерений действует достаточный объем нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов, который полностью удовлетворяет потребности промышленности. Соблюдение этих норм способствует повышению конкурентоспособности отечественных предприятий и укреплению их позиций на внутреннем и внешнем рынках.

2.2. Эталонная база Республики Беларусь

Современная национальная эталонная база представляет собой фундамент Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь, являясь составной частью национального достояния.

По состоянию на 25 октября 2024 года эталонная база Республики Беларусь состоит из 67 национальных эталонов (см. приложения 1–3), которые позволяют передавать единицу величины средствами измерений, необходимых реальному сектору экономики. Созданные национальные эталоны единиц величин сличаются с международными эталонами единиц

величин, а также с национальными эталонами единиц величин других государств для подтверждения метрологических характеристик. Информация о количестве (в натуральном и процентном выражении) национальных эталонов в зависимости от срока их эксплуатации представлена на рисунках 1 и 2.

Доли национальных эталонов с различными сроками эксплуатации

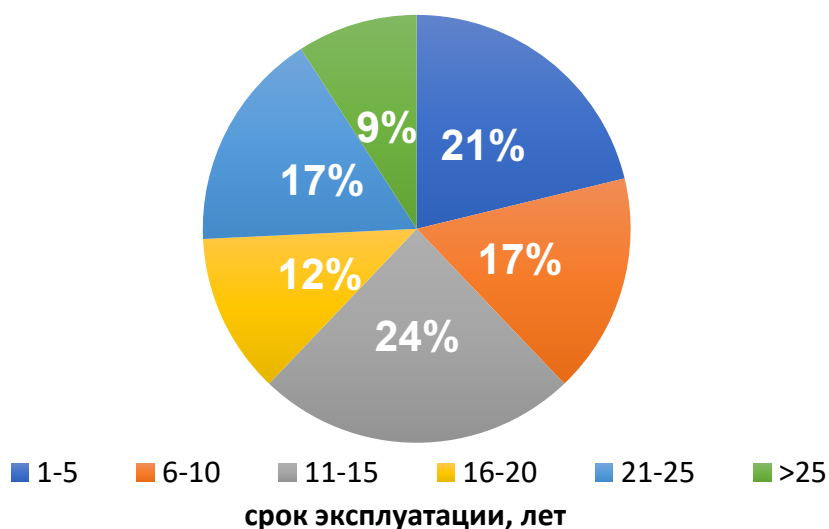


Рисунок 1 – Количество (в процентном выражении) национальных эталонов с различными сроками эксплуатации

Количество национальных эталонов с различными сроками эксплуатации

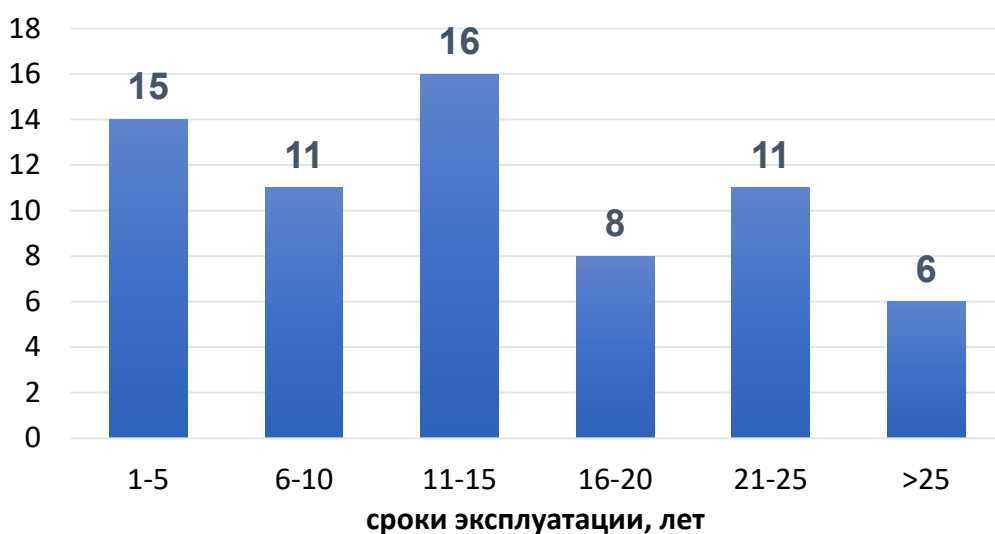


Рисунок 2 – Количество (в натуральном выражении) национальных эталонов с различными сроками эксплуатации

Национальные эталоны единиц величин имеют значительную социальную направленность, так как они способствуют улучшению здоровья и безопасности населения, охране окружающей среды, обеспечению справедливости в общественных отношениях и развитию науки и образования. Создание и модернизация национальных эталонов осуществляется в рамках государственных научно-технических программ, целью которых является обеспечение важнейших практических задач реального сектора экономики Республики Беларусь.

В настоящее время осуществляется реализация подпрограммы «Эталон Беларуси» государственной научно-технической программы «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» на 2021–2025 годы (далее – подпрограмма «Эталон Беларуси»). Перечень создаваемых и модернизируемых за указанный период национальных эталонов приведен в приложении 2.

Учитывая текущее техническое состояние национальных эталонов, можно обозначить следующую существующую статистику по:

среднему сроку эксплуатации эталонов, начиная с года ввода в эксплуатацию: 12 лет;

среднему сроку модернизации эталонов, начиная с года последней модернизации: 6 лет.

В настоящее время в Республике Беларусь существует два национальных эталона со сроком эксплуатации более 25 лет: НЭ РБ 1-95 и НЭ РБ 2-95, каждый из которых эксплуатируют уже 29 лет. Модернизация данных эталонов запланирована на 2025-2030 гг.

В первую очередь нуждаются в модернизации национальные эталоны, эксплуатируемые от 20 до 24 лет (начиная с года ввода их в эксплуатацию).

Всего в Республике Беларусь 9 таких эталонов:

НЭ РБ 3-00, НЭ РБ 4-00 (срок эксплуатации 24 года);

НЭ РБ 5-01, НЭ РБ 7-01 (срок эксплуатации 23 года);

НЭ РБ 8-02, НЭ РБ 63-21 (срок эксплуатации 22 года);

НЭ РБ 11-03, НЭ РБ 12-03 (срок эксплуатации 21 год);

НЭ РБ 13-04 (срок эксплуатации 20 лет),

из них:

модернизированы 3 эталона: НЭ РБ 13-04 (модернизация завершена в 2013 году), НЭ РБ 63-21 (завершена в 2021 году) и НЭ РБ 4-00 (завершена к апрелю 2024 года);

к 2026 году будут модернизированы 3 эталона: НЭ РБ 5-01, НЭ РБ 7-01 и НЭ РБ 8-02;

с 2028 года запланирована модернизация эталона НЭ РБ 3-00.

При планировании модернизации национального эталона необходимо учитывать и другие важные факторы, влияющие на принятие решения

о модернизации (например, реальную и прогнозируемую в будущем востребованность модернизированного национального эталона предприятиями Республики Беларусь).

Модернизация национальных эталонов является важным процессом, который обеспечивает поддержание высокого уровня точности измерений и соответствия международным стандартам. Модернизация национальных эталонов необходима для удовлетворения растущих потребностей реального сектора экономики Республики Беларусь в точности, эффективности и безопасности. Она способствует развитию новых технологий, гармонизации с международными стандартами, повышению конкурентоспособности и обеспечению качества продукции. Инвестиции в модернизацию национальных эталонов являются стратегическим шагом, обеспечивающим долгосрочную устойчивость и успех промышленных предприятий.

Основные факторы, которыми обусловлена модернизация национальных эталонов:

повышающиеся требования к национальным эталонам со стороны предприятий Республики Беларусь;

необходимость развития собственного производства средств измерений в связи с санкционными ограничениями, не позволяющими закупить уникальное оборудование.

Национальные эталоны создаются для бесперебойного обеспечения работы предприятий промышленности Республики Беларусь, а также создания и поддержания на современном уровне измерений, в том числе измерительного оборудования. Уровень развития страны определяется, в том числе, уровнем развития ее эталонной базы. Национальные эталоны создаются и модернизируются, исходя из уровня развития промышленности, нужд науки, обороны, образования, здравоохранения и других отраслей экономики Республики Беларусь.

В настоящее время эталонная база Республики Беларусь развивается в одном темпе с предприятиями промышленности для обеспечения прослеживаемости используемых в стране средств измерений. Исходя из текущей потребности промышленности Республики Беларусь, формируется подпрограмма «Эталоны Беларуси» на 2026–2030 годы по созданию и модернизации национальных эталонов единиц величин (см. приложение 3).

Создание национальной эталонной базы осуществляется при тесном взаимодействии метрологических служб предприятий реального сектора экономики Республики Беларусь с ГМС, а также учреждениями образования с целью оценки текущих потребностей в области обеспечения единства измерений.

2.3. Парк средств измерений и стандартных образцов

По состоянию на октябрь 2024 года в Государственном реестре средств измерений и стандартных образцов Республики Беларусь (далее – Госреестр РБ) зарегистрировано 6 802 типов средств измерений (далее – СИ), в том числе единичных типов СИ – 1 985 (как отечественного, так и зарубежного производства), имеющих действующие сертификаты об утверждении типа СИ.

Распределение по странам количества утвержденных типов СИ представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Распределение количества утвержденных типов СИ по странам

По состоянию на октябрь 2024 года в Госреестре РБ зарегистрировано 2 506 стандартных образцов (далее – СО), имеющих действующие сертификаты об утверждении типа СО, в том числе 445 единичных образцов, 2 061 образец серийного производства.

Распределение количества утвержденных типов СО по странам представлено на рисунке 4.

Распределение количества утвержденных стандартных образцов по странам

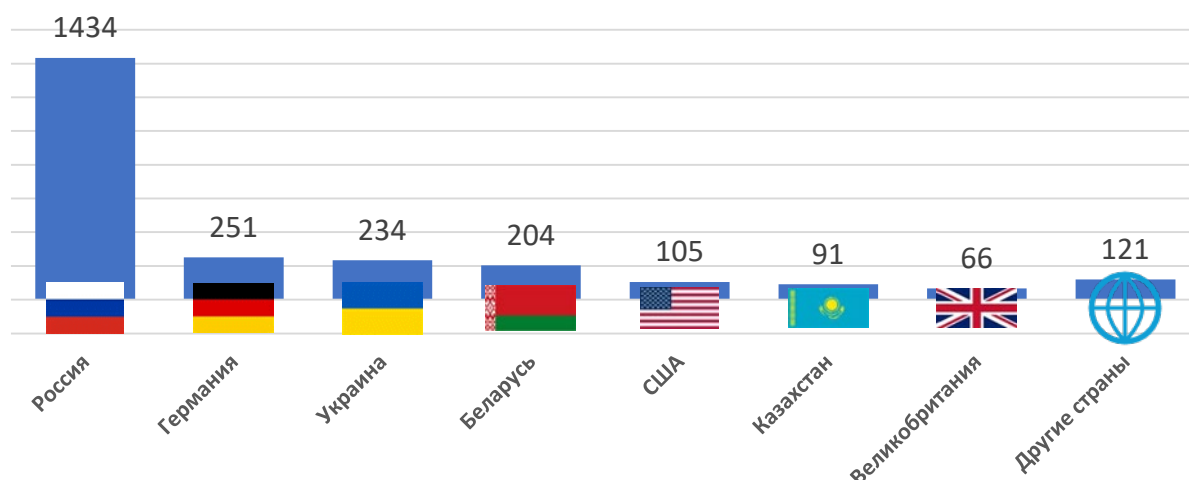


Рисунок 4 – Распределение количества утвержденных типов СО по странам

СИ и СО играют важную роль в обеспечении единства измерений, определяя точность, надежность и сопоставимость результатов измерений в реальном секторе экономики Республики Беларусь и науке. Регулярные калибровка и поверка СИ, а также их соответствие высоким стандартам качества, позволяют поддерживать высокий уровень доверия к измерительной инфраструктуре.

2.4. Цифровизация деятельности в области обеспечения единства измерений

Цифровизация в области обеспечения единства измерений представляет значительные преимущества и возможности для улучшения процессов и повышения точности измерений. Целесообразно выделить следующие общие вопросы, связанные с цифровизацией:

автоматизация проведения поверки и калибровки, включающая разработку программного обеспечения для автоматической обработки данных, мониторинга и управления процессами поверки и калибровки;

использование цифровых стандартов и протоколов для обмена данными между измерительными приборами и системами обработки информации;

развитие цифровых стандартных образцов в части использования цифровых технологий для создания и хранения СО. Этот процесс может включать в себя использование цифровых моделей и виртуальных образцов, которые могут быть легко распространены и использованы для поверки и калибровки измерительных приборов;

удаленный мониторинг и управление с использованием сетевых технологий для удаленного доступа к СИ, мониторинг их работы, выполнение необходимых процедур поверки и калибровки;

использование статистических данных для повышения точности измерений, для анализа результатов измерений и выявления потенциальных проблем или несоответствий, что может помочь в улучшении процессов поверки и калибровки и в достижении более высокой точности измерений;

введение цифровой идентификации СИ (на основе QR-кодов или иным способом) с целью однозначной идентификации СИ их производителями и поставщиками.

Цифровизация в области обеспечения единства измерений может существенно повысить эффективность процессов, связанных с метрологической оценкой СИ.

Результаты проведения поверки и калибровки должны будут оформляться в виде электронного документа, который обеспечит упрощение процессов, повышение прозрачности деятельности ГМС. Основные преимущества при внедрении электронных документов:

электронное оформление и передача позволит заменить бумажные документы на электронные формы сертификатов об утверждении типа СИ и СО (далее – сертификат) и свидетельств о поверке либо калибровке СИ (далее – свидетельство), что позволит ускорить процесс оформления и передачи документации, а также сократит расходы на печать и хранение бумажных копий;

цифровая подпись и аутентификация обеспечит подлинность электронных документов, что сделает процесс проверки и аутентификации сертификатов и свидетельств более надежным и безопасным;

централизованное хранение и доступ позволит обеспечить единый и удобный доступ к документации для всех заинтересованных сторон через защищенную информационную сеть;

возможность автоматизации поиска и мониторинга информации о сроках действия и статусе сертификатов и свидетельств в том случае, когда эти документы оформлены в электронном виде, позволяющая снизить риск использования устаревших или недействительных документов;

обеспечение безопасности данных с использованием современных методов шифрования, аутентификации и контроля.

2.5. Метрологический аудит

Метрологический аудит является ценным инструментом для поддержания высокого уровня качества продукции и обеспечения

безопасности производственных процессов промышленных предприятий. Он позволяет оценить соответствие измерений требованиям стандартов, а также выявить возможности для улучшения деятельности предприятий в области обеспечения единства измерений.

В настоящее время услуги по метрологическому аудиту предприятий представляют собой оценку систем менеджмента качества, проверку правильности проведения измерений, а также представление рекомендаций по улучшению деятельности в области обеспечения единства измерений.

Повышение требований к качеству продукции и услуг, конкурентоспособности продукции на мировом рынке приводит к увеличению спроса на метрологические услуги со стороны предприятий различных отраслей национальной экономики. Кроме того, развитие новых технологий требует более точных измерений, что также повышает спрос на услуги по метрологическому аудиту. В дальнейшем услуги по метрологическому аудиту будут продолжать развиваться и становиться все более востребованными.

Популяризация метрологического аудита важна для того, чтобы привлечь внимание промышленных предприятий и других организаций к важности этой процедуры. Способы популяризации метрологического аудита:

- обучающие мероприятия с представлением информации о том, что такое метрологический аудит, зачем он нужен и какие преимущества он приносит;

- публикация статей, содержащих примеры успешных случаев проведения метрологических аудитов, а также комментарии о том, каким образом они помогли улучшить производственные процессы;

- использование социальных сетей и блогов для распространения информации о метрологическом аудите;

- участие в выставках, посвященных промышленным технологиям и качеству для представления широкой аудитории информации по метрологическому аудиту.

2.6. Подготовка кадров

Подготовка высококвалифицированных кадров в области обеспечения единства измерений важна по следующим причинам:

- обеспечение качества и достоверности измерений – специалисты должны уметь правильно оценивать качество и целостность данных для получения надежных результатов;

- защита безопасности – квалифицированные специалисты необходимы для оценки рисков и обеспечения безопасности процессов измерений;

соответствие требованиям – специалисты должны хорошо знать все применяемые стандарты, правила и законодательные требования в области метрологии;

развитие технологий – необходимо постоянное повышение квалификации специалистов для работы с новыми измерительными системами и методами.

международное сотрудничество – специалисты должны уметь работать в соответствии с международными стандартами и обеспечивать единство измерений на глобальном уровне.

Все это требует системного подхода к подготовке кадров, включающего как базовое образование, так и регулярное повышение квалификации. Для этого необходимо:

Министерству образования Республики Беларусь совместно с профильными высшими учебными заведениями разрабатывать новые методики обучения, основанные на современных информационных технологиях и интерактивных методах преподавания;

организациям, в которых работают специалисты-метрологи, наладить тесное взаимодействие с профильными высшими учебными заведениями для формирования заинтересованности выпускников в профессиональной работе в сфере метрологии в целях удержания талантливой молодежи, профессиональных специалистов-метрологов, создания института ранней профессиональной ориентации, охватывающего школьный и вузовский уровни обучения будущих метрологов, а также активно вовлекать в научную деятельность молодых работников, которые под руководством опытных метрологов будут повышать свою профессиональную квалификацию и заниматься научными исследованиями.

Вовлечение в науку позволит не только передавать молодым метрологам знания и опыт их старших коллег, но и постоянно поддерживать мотивацию к проведению исследований. Создание системы материального стимулирования существенно повысит интерес молодых метрологов к научной деятельности, а их опытных коллег будет постоянно мотивировать к передаче молодежи знаний и опыта.

Развитие системы подготовки высококвалифицированных специалистов в области обеспечения единства измерений требует комплексного подхода, включающего образование, научные исследования, международное сотрудничество, цифровизацию и государственную поддержку и должно стать одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере образования и науки.

2.7. Международное сотрудничество

Госстандарт и государственная метрологическая служба активно сотрудничают с различными международными организациями для обеспечения единства измерений, гармонизации стандартов и развития метрологии на международном уровне. Основные формы сотрудничества:

Международное бюро мер и весов (МБМВ). Наличие у Республики Беларусь статуса полноправного члена Метрической конвенции наряду с повышением международного доверия к национальной метрологической инфраструктуре способствует восстановлению договоренностей о безбарьерной международной торговле (например, в рамках ВТО) и повышению конкурентоспособности отечественной продукции за счет снижения издержек на повторные измерения, в том числе при условии проведения работ в соответствии гармонизированными стандартами.

Участие Республики Беларусь в исполнении «Договоренности о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами (CIPM MRA)» реализуется через деятельность национального метрологического института – БелГИМ в региональной метрологической организации КООМЕТ. Республики Беларусь стала членом КООМЕТ в 1992 году, представлена во всех 18 технических комитетах КООМЕТ и принимает активное участие в их работе. Основная деятельность КООМЕТ направлена на реализацию инициированной Международным комитетом мер и весов (МКМВ) «Договорённости о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами (CIPM MRA)». Значительное количество проектов КООМЕТ связано с подготовкой данных о калибровочных и измерительных возможностях (СМС-строк); участием в ключевых сличениях национальных эталонов, организуемых CIPM, и проведению региональных сличений эталонов; по созданию, обеспечению функционирования и развитию систем менеджмента качества национальных метрологических институтов стран-участниц КООМЕТ. Все данные работы способствуют обеспечению взаимного признания результатов измерений, выполняемых в странах-участницах КООМЕТ.

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ). Республика Беларусь в 2020 году стала полноправным членом МОЗМ. Данный статус позволяет Республике Беларусь получать информацию о результатах работ крупнейших зарубежных метрологических центров, а также создавать фонд международных нормативных документов, устанавливающих технические и метрологические требования к средствам измерений, их испытаниям и метрологической поверке. В деятельности

МОЗМ основным направлением является разработка Международных рекомендаций. Гармонизация национальных метрологических правил реализуется путем их разработки с учетом или на основе международных моделей-правил – Международных рекомендаций МОЗМ. Рекомендации отражают технические требования к средствам измерений, подлежащих государственному метрологическому надзору в торговле (измерение массы, объема, энергии, времени, влажности, содержания алкоголя и т.д.); в области охраны здоровья (измерения температуры, кардиоритмов, дозы радиации и т.д.); в области обеспечения безопасности (состояние автотранспорта, особо опасных объектов, условий труда и т.д.); в области охраны окружающей среды (измерения уровня загрязнения воды, воздуха, в том числе выхлопными газами автомобилей, почвы и т.д.).

Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). Основными функциями МГС являются выработка и согласование приоритетных направлений и форм совместной деятельности по межгосударственному сотрудничеству в области гармонизации технических регламентов, стандартизации, метрологии и оценки (подтверждения) соответствия; рассмотрение и принятие основных направлений научных исследований, научно-технических программ, планов и проектов; подготовка предложений по гармонизации технических регламентов; принятие решений о межгосударственных стандартах; выработка и принятие правил и процедур проведения совместных работ по гармонизации технических регламентов, стандартизации, метрологии и оценке (подтверждению) соответствия и др. Республика Беларусь представлена в МГС и принимает активное участие в работе научно-технических комитетов, рабочих групп по различным направлениям.

Основными задачами взаимодействия ГМС с международными организациями являются:

- установление единых стандартов и норм в области обеспечения единства измерений;
- обмен опытом и знаниями между странами;
- разработка новых методов и технологий измерения;
- повышение качества продукции и услуг.

Перспективы укрепления и развития сотрудничества с международными организациями заключаются в расширении круга партнеров, увеличении числа совместных проектов и программ, в том числе по проведению калибровки и сличений, участию в совместных научно-исследовательских работах, а также в повышении уровня профессионализма сотрудников ГМС путем обмена опытом, обучения на базах зарубежных национальных метрологических институтов.

Для достижения этих целей необходимо продолжать работу по совершенствованию нормативной правовой базы, развитию инфраструктуры и повышению квалификации персонала.

В настоящее время сотрудничество с Китайской Народной Республикой осуществляется на основании Меморандума о взаимопонимании между Госстандартом и Государственной администрацией по регулированию рынка Китайской Народной Республики (дата подписания 25.04.2019) в области стандартизации, оценки соответствия, метрологии и аккредитации. Он предполагает, в частности:

- обмен опытом и информацией в области стандартизации;

- обмен национальными стандартами и каталогами национальных стандартов, а также информацией, имеющей отношение к стандартизации, законами и правилами, учебными материалами и другими документами;

- применение национальных стандартов друг друга при отсутствии международных стандартов в соответствии с реальными потребностями, при соблюдении законов, правил, положений и национальной политики государств;

- обмен информацией о документах (инструкциях, процедурах, политиках, информационных бюллетенях и т. д.), законодательстве и других вопросах, связанных с оценкой соответствия;

- оказание взаимной поддержки членства органов по оценке соответствия в международных организациях, например, ISO/IEC (ILAC и IAF);

- организация совместных мероприятий, тематических семинаров и конференций на тему оценки соответствия и сотрудничества по обучению персонала по оценке соответствия;

- обмен передовым опытом по оценке соответствия и вопросам аккредитации, а также по внедрению международных стандартов в области оценки соответствия.

В развитие данного Меморандума Белорусским государственным институтом метрологии и Национальным институтом метрологии Китайской Народной Республики (НИМ) подписан Меморандум о взаимопонимании в области метрологии (дата подписания 18.06.2020). В настоящее время в рамках данного Меморандума разрабатывается проект Программы сотрудничества между БелГИМ (Республика Беларусь) и НИМ (КНР) в области метрологии на 2024–2026 годы, включающий в себя такие области сотрудничества как создание совместных проектов (НИР), проведение сличений и калибровки, обучение и стажировка в области метрологии, приобретение оборудования. Сотрудничество между

метрологическими институтами позволит повысить качество измерений, определить направления развития по различным видам измерений.

По состоянию на ноябрь 2024 года в рамках проекта Плана сотрудничества между Правительством Республики Беларусь и Правительством Китайской Народной Республики БелГИМ выдвинул предложение в рамках компетенции дополнить проект Плана (раздел «I. Проекты сотрудничества», сфера сотрудничества «Наука, технологии, инновации и образование») проектом «Совместные научные исследования в области метрологии» с целью укрепления сотрудничества с Национальным институтом метрологии Китайской Народной Республики и содействия научно-техническому прогрессу обеих стран.

Сотрудничество с Российской Федерацией осуществляется в рамках Основных направлений реализации положений Договора о создании Союзного государства на 2024–2026 годы (пункт 8.8) (далее – Основные направления), и плана мероприятий, разработанного в развитие данных Основных направлений, а также Меморандума о взаимопонимании между Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Российская Федерация) и Госстандартом (Республика Беларусь) о сотрудничестве в области метрологии (дата подписания 19.04.2022).

В развитие данного Меморандума утвержден План по реализации положений Меморандума (дата подписания 16.05.2023). В рамках данного Плана осуществляется координация деятельности подведомственных организаций Росстандарта и БелГИМ на площадках Евро-Азиатского сотрудничества государственных метрологических учреждений (КООМЕТ) и Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), а также проводятся совместные работы в области метрологии.

С целью дальнейшего развития и углубления сотрудничества с Российской Федерацией в области цифрового взаимодействия информационных фондов по обеспечению единства измерений (Государственного информационного фонда по обеспечению единства измерений Республики Беларусь и Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений Российской Федерации) подписан Меморандум между Госстандартом (Республика Беларусь) и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Российская Федерация) о развитии сотрудничества в области обеспечения единства измерений (дата подписания 10.10.2024).

Сотрудничество с Республикой Узбекистан осуществляется в рамках Меморандума о взаимопонимании по сотрудничеству в области стандартизации, метрологии, аккредитации и оценки соответствия между Госстандартом и Узбекским агентством по стандартизации, метрологии

и сертификации (дата подписания 28.10.2016). Разработана Программа сотрудничества между Узбекским агентством по техническому регулированию и Госстандартом на 2024–2025 годы.

Кроме того, сотрудничество между БелГИМ и Узбекским национальным институтом метрологии осуществляется в рамках действующего «Соглашения между Государственным предприятием «Узбекский национальный институт метрологии при агентстве «Узстандарт» и Республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт метрологии» (дата подписания 03.03.2021). В настоящее время разработан План мероприятий о проведении совместных работ по сличениям, программам проверки квалификации, калибровке оборудования и стажировке.

Сотрудничество с Республикой Азербайджан осуществляется в рамках Меморандума о сотрудничестве в области стандартизации, подтверждения соответствия и информационного обеспечения (дата подписания 17.05.2024) между Азербайджанским институтом стандартизации и Госстандартом. Стороны будут проводить согласованную политику, оказывать взаимную поддержку в работах по стандартизации, подтверждению соответствия и информационному обеспечению на межгосударственном уровне, а также в рамках международных и региональных организаций по стандартизации.

С целью проведения согласованной политики и оказания взаимной поддержки в области метрологии между Белорусским государственным институтом метрологии и Азербайджанским институтом метрологии в настоящее время подготовлен проект Соглашения о сотрудничестве в области обеспечения единства измерений. Стороны планируют осуществлять сотрудничество по таким направлениям, как участие в формировании системы взаимосвязанных эталонов единиц величин, методов передачи размеров единиц в отдельных областях измерений, участие в проведении совместных научных исследований по приоритетным направлениям обеспечения единства измерений, разработки эталонов, стандартных образцов, нормативных документов в области обеспечения единства измерений и др.

2.8. Финансовое обеспечение

С целью эффективного удовлетворения потребностей заказчиков и развития экономики Республики Беларусь необходима финансовая поддержка определенных видов деятельности ГМС.

Формы финансирования и оплаты работ в рамках Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь определены законодательством.

Финансирование создания и модернизации национальных эталонов осуществляется в рамках реализации подпрограммы «Эталон Беларуси». В настоящее время при реализации подпрограммы «Эталон Беларуси» НМИ осуществляет частичное финансирование (из собственных средств) по созданию национальных эталонов.

Финансирование может осуществляться в рамках создания отраслевых лабораторий или центров коллективного пользования при их создании.

ГЛАВА 3

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГМС

3.1. На этапе современного инновационного развития общества результаты измерений, выполненные с необходимой точностью, используются на всех этапах жизненного цикла продукции. Точность измерений определяет уровень развития обороноспособности, промышленности, науки, медицины, энергетики, транспорта и многих других отраслей. Поэтому для развития страны необходимо на постоянной основе совершенствовать Систему обеспечения единства измерений Республики Беларусь.

Для организации развития системы обеспечения единства измерений необходимо прогнозировать потребности государства и общества в измерениях. Мониторинг и анализ развития приоритетных областей экономики, медицины, обороны и безопасности страны дает информацию об объектах и видах измерений, а также о требуемых точностных характеристиках. Проведение такого мониторинга и анализа требует соответствующего обеспечения ресурсами, участия государственных органов, которые реализуют государственную политику и осуществляют правовое регулирование и управление в определенной отрасли.

Исследование и прогнозирование потребностей государства и общества в измерениях является важной составляющей деятельности ГМС. Для того чтобы эти процессы были эффективными, необходимо совершенствовать механизмы и методологию их проведения. Для этого необходимо применить комплексный подход, включающий усиление координации между организациями, создание единой информационной инфраструктуры, активное привлечение бизнес-сообщества и научного сектора, а также применение современных информационных технологий.

В настоящее время требуется создать систему и методы для анализа текущих и будущих потребностей государства и общества в измерениях, как в части номенклатуры, так и по точности. Необходимо обсуждать данную проблему, рассматривая ее как задачу общесистемного характера, с представителями научного, научно-технологического, экономического

и промышленного секторов экономики для выработки возможной модели построения таких исследований. Выработка такой модели (включая определение методологии исследований) позволит после определения возможных участников и ресурсов осуществить реализацию такого исследования. Накопленный опыт позволит в дальнейшем включить этот механизм в подготовку прогнозов развития страны на определенный период.

Взаимодействие между предприятиями промышленности и ГМС является важным элементом эффективного функционирования обеих сторон. Она обеспечивает высокое качество продукции, снижение затрат, соблюдение законодательства и стимулирование инновационного развития.

3.2. Различие между терминами «поверка», «государственная поверка» и «калибровка», установленными в Законе, вызывает неоднозначное восприятие и трактовку среди части специалистов в отношении применения этих терминов и раскрытия их сущности для сферы или вне сферы законодательной метрологии. Целесообразным будет дальнейшее проведение образовательной и просветительской деятельности в удобных для различных типов аудитории формах для достижения большего понимания норм Закона.

3.3. Одним из пробелов в действующем законодательстве является отсутствие взаимного признания результатов проведенных компетентными организациями Российской Федерации периодических поверок СИ, предназначенных для применения в сфере законодательной метрологии, в том числе СИ, метрологически не обеспеченных на территории Республики Беларусь. Для эффективного решения данной проблемы в 2024 году начат процесс разработки и утверждения на межгосударственном уровне проекта нового документа: правила по межгосударственной стандартизации ПМГ ХХ-20ХХ «Порядок признания результатов периодической (последующей) поверки».

3.4. С целью повышения качества работ по метрологической оценке СИ целесообразно усовершенствовать законодательство в области обеспечения единства измерений на основе правоприменительной практики путем внесения необходимых изменений в отдельные технические нормативные правовые акты (например, в постановлении Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 21 апреля 2021 г. № 40 «Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений» и в постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 23 апреля 2021 г. № 42 «Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по калибровке средств измерений»).

3.5. В настоящее время актуальность представляет качественная профессиональная подготовка специалистов в области обеспечения единства измерений. Образовательные программы по многим специальностям не предусматривают изучение основ метрологии. Это приводит к непониманию будущими специалистами целей и задач, которые необходимо постоянно решать при должном функционировании Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь.

3.6. Для совершенствования работ в части оценки возможности отнесения СИ к сфере законодательной метрологии необходимо разработать на законодательном уровне четкие критерии данной оценки.

3.7. Актуальным вопросом является создание постоянно действующих межведомственных комиссий по видам измерений, на заседаниях которых будут решаться проблемные вопросы по метрологической оценке.

3.8. Организациями-хранителями эталонов, кроме БелГИМ, являются также Государственное научное учреждение «Институт физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси» (Институт физики НАН Беларуси) (4 национальных эталона) и Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси» (ИПФ НАН Беларуси) (3 национальных эталона). В перспективе Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» планирует быть организацией-хранителем 2-х национальных эталонов. Данные учреждения не имеют статуса ни НМИ, ни назначенного института, поэтому согласно основным правилам Метрической конвенции не могут участвовать в международных сличениях эталонов.

В связи с этим целесообразно установить порядок взаимодействия НМИ (БелГИМ) с организациями-хранителями на уровне нормативного правового акта путем внесения изменений в постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 ноября 2020 г. № 70 «Об утверждении Правил разработки, утверждения, модернизации и содержания национальных эталонов единиц величин».

ГЛАВА 4

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГМС

ГМС занимает центральное место в системе обеспечения единства измерений. В условиях современной экономики и научно-технического прогресса требования к качеству измерений непрерывно растут. Глобализация рынков, ужесточение стандартов качества и развитие передовых технологий требуют высокой степени точности и достоверности при проведении всех видов измерений. Однако, чтобы оставаться

актуальной и эффективной, государственная метрологическая служба должна постоянно адаптироваться к новым вызовам. Современные технологии стремительно развиваются, появляются новые методы и приборы для проведения измерений, а требования к точности и воспроизводимости результатов становятся все строже. Поэтому необходимо совершенствовать работу метрологических служб, внедряя инновационные подходы и модернизируя инфраструктуру.

На основе проведенной оценки современного состояния ГМС и выявленных проблемных вопросов можно выделить следующие основные направления ее дальнейшего развития.

4.1. Тенденции развития ГМС

Для эффективного развития ГМС необходимо сосредоточиться на следующих ключевых ориентирах:

4.1.1. обеспечение единства и точности измерений в стране:

своевременная разработка и утверждение новых государственных стандартов;

своевременное приведение используемых в стране СИ в соответствие с требованиями принятых стандартов путем проведения и совершенствования работ по метрологической оценке;

4.1.2. повышение научно-технического потенциала ГМС:

проведение научных исследований;

разработка новых методик (методов) измерений;

разработка новых СИ и СО

подготовка высококвалифицированных специалистов;

4.1.3. расширение международного сотрудничества:

активное участие в международных конференциях и семинарах;

постоянный обмен опытом и знаниями с зарубежными коллегами;

проведение совместных исследований и проектов;

Эти ориентиры помогут ГМС оставаться на передовом рубеже научного и технического прогресса, обеспечивая высокое качество измерений и доверие со стороны потребителей.

4.2. Создание механизма прогнозирования потребностей Республики Беларусь в измерениях

Для организации развития Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь необходимо прогнозировать потребности страны и общества в измерениях.

Для создания механизма прогнозирования целесообразно выполнять следующие виды работ:

анализ текущей ситуации: изучение статистических данных о потребностях в измерениях различных сфер реального сектора национальной экономики;

определение ключевых факторов, влияющих на изменение потребностей в измерениях (технологические инновации, изменения законодательства, экономические факторы и другие);

разработка модели, которая позволит прогнозировать будущие потребности в измерениях на основе анализа текущей ситуации и ключевых факторов;

тестирование и внедрение модели: использование полученных результатов для планирования развития системы измерений в Республике Беларусь;

мониторинг и обновление модели: постоянный анализ изменений в национальной экономике для корректировки прогнозов;

оценка эффективности механизма: оценка точности прогнозов и принятых решений на основе их использования.

Для обеспечения конкурентоспособности и развития Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь в соответствии с современными тенденциями, необходимо постоянно отслеживать и анализировать тренды развития приоритетных направлений в различных областях национальной экономики. Это позволит получать актуальную информацию о новых методах и объектах измерений, а также о требуемых для них точностных характеристиках.

4.3. Актуализация законодательства Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений для его соответствия потребностям общества и государства

В соответствии с целями развития национальной экономики, необходимо постоянно совершенствовать нормативную правовую базу страны. Результатом решения задач в области совершенствования нормативной правовой базы в области обеспечения единства измерений должны стать разработка новых и актуализация действующих технических нормативных правовых актов, предусматривающих беспрепятственное развитие Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь, необходимое для инновационного пути развития национальной экономики, повышения качества жизни граждан и степени удовлетворенности уровнем обеспечения единства измерений, эффективности выполнения всех видов услуг в области обеспечения единства измерений.

Для успешного развития нормативной правовой базы в области обеспечения единства измерений необходимо учитывать как пожелания

субъектов хозяйствования, так и обязательства государства. Основные шаги, которые помогут достичь этой цели:

осуществлять мониторинг практики применения технических нормативных правовых актов в области обеспечения единства измерений и при необходимости готовить предложения по изменению (актуализации) действующего законодательства;

проработать подходы по уточнению порядка и процедуры отнесения определенных измерений к сфере законодательной метрологии, с учетом конкретизации измерений, относящихся к сфере законодательной метрологии, путем формирования государственными органами перечней видов измерений, выполняемых в сфере законодательной метрологии, по единой форме, утвержденной Госстандартом;

осуществить проработку модели функционирования ГМС как бюджетной системы на основе опыта Российской Федерации и предшествующего опыта работы системы в условиях СССР.

4.4. Развитие эталонной базы Республики Беларусь

При планировании развития эталонной базы Республики Беларусь необходимо учитывать не только первоочередные потребности совершенствования Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь, но и стратегические направления, разработанные консультативными комитетами Международного комитета мер и весов (МКМВ) и их рабочими группами на основе анализа тенденций и прогноза мировых потребностей в метрологической продукции и услугах.

Исходя из текущей потребности национальной промышленности в области обеспечения единства измерений, при тесном взаимодействии между НМИ, ГМС и предприятиями промышленности Республики Беларусь с целью создания и модернизации национальной эталонной базы в 2025 году планируется формирование Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь новой подпрограммы «Эталоны Беларуси» на 2026–2030 годы.

Развитие эталонной базы Республики Беларусь детально представлено в Концепции развития эталонной базы Республики Беларусь до 2030 года.

4.5. Повышение уровня метрологического обеспечения приоритетных направлений развития науки, техники и технологий

Для решения данной задачи необходимо совершенствование системы фундаментальных и прикладных научных исследований в области метрологии и ее государственная поддержка, а также комплексное развитие научного потенциала и взаимодействия научных институтов с реальным сектором экономики Республики Беларусь.

В данном направлении целесообразно принятие следующих мер:

разработка и внедрение новых методов измерений, а также СИ и СО, соответствующих современным требованиям;

модернизация существующего измерительного оборудования и его программного обеспечения для повышения точности и достоверности измерений, выполняемых с его использованием;

обучение и повышение квалификации персонала, работающего с измерительным оборудованием и программным обеспечением;

создание системы контроля качества измерений (системы самоконтроля), позволяющей своевременно выявлять ошибки и недостатки в работе измерительного оборудования;

разработка и внедрение новых стандартов в области метрологии, соответствующих современным требованиям;

организация международного сотрудничества для обмена опытом и знаниями в области метрологии, а также для проведения совместных исследований и разработок.

4.6. Решение кадровых проблем системы обеспечения единства измерений

Проблема профессиональной подготовки и переподготовки кадров Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь остается актуальной. Для ее решения необходимо принимать следующие меры:

усилить подготовку кадров в образовательных учреждениях, специализирующихся на метрологии и обеспечении единства измерений. Важно также развивать программы повышения квалификации и переподготовки уже работающих специалистов;

привлекать молодых специалистов в сферу метрологии, предоставляя им достойные условия труда и перспективы карьерного роста. Для этого необходимо использовать различные инструменты мотивации, включая материальные стимулы и социальные гарантии;

проводить активную работу по популяризации профессии метролога и повышению ее престижа среди молодежи. Это может быть достигнуто через организацию различных конкурсов, выставок и других мероприятий, направленных на привлечение внимания к данной профессии.

Применение комплексного подхода к решению проблемы недостаточной обеспеченности кадрами в сфере метрологии позволит достичь положительных результатов и повысить качество и точность измерений.

В настоящее время вопрос подготовки научных кадров в аспирантуре является актуальным и важным фактором для инновационного развития в сфере обеспечения единства измерений. Аспирантура предоставляет возможность молодым специалистам углубить свои знания и получить

практический опыт в области метрологии и обеспечения единства измерений. Аспиранты имеют возможность проводить научные исследования, участвовать в разработке новых методов и технологий измерений, а также принимать участие в международных проектах и конференциях. Все это способствует развитию инноваций и повышению качества работы в области метрологии. Аспирантура позволяет подготовить высококвалифицированные кадры, которые будут способны решать сложные задачи и принимать ответственные решения в сфере метрологии и обеспечения единства измерений. Это особенно важно в условиях быстрого развития технологий и необходимости постоянного совершенствования методов измерений и СИ.

Для решения кадровых проблем целесообразным является:

заключение договоров с профильными ВУЗами по подготовке специалистов для метрологических служб. Это позволит обеспечить приток квалифицированных кадров, а также даст возможность заранее готовить студентов под конкретные задачи организации;

развитие института наставничества – важная составляющая успешной адаптации молодых специалистов. Наставники помогут им быстрее освоиться на рабочем месте, передать им необходимые знания и навыки;

участие начальников структурных подразделений юридических лиц ГМС в распределении молодых специалистов поможет лучше понять потребности каждого отдела и подобрать наиболее подходящих кандидатов. Это также будет способствовать более эффективной интеграции новых сотрудников в коллектив.

Созданный на базе БелГИСС образовательный центр «Академия качества» является значимым шагом в повышении уровня профессионализма сотрудников. Деятельность академии будет включать обучение, тренинги, семинары, направленные на повышение квалификации и улучшение профессиональных навыков работников.

4.7. Сохранение устойчивого положения на международном уровне в области метрологии

В международной деятельности приоритетом является повышение конкурентоспособности белорусской продукции на мировом рынке.

Для сохранения устойчивого положения на международном уровне в области метрологии необходимо:

продолжить участие в работе международных организаций, таких как Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ), Международный комитет по весам и мерам (МКВМ) и другие;

обеспечить сохранение лидирующих позиций в рамках Евро-Азиатского сотрудничества государственных метрологических

учреждений (КОOMET);

продолжить сотрудничество в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС);

проводить сличения эталонов с эталонами других стран для подтверждения их точности и надежности;

разрабатывать и внедрять новые методики (методы) измерений, СИ и СО, соответствующие современным требованиям и стандартам;

проводить научные исследования и разработки в области метрологии, направленные на повышение точности и надежности измерений;

расширять взаимовыгодное сотрудничество в области обеспечения единства измерений с другими странами с целью совершенствования национальной эталонной базы, проведения научно-исследовательских работ, проведения обучающих курсов и семинаров;

поддерживать тесные связи с международными организациями и другими странами для обмена опытом и знаниями в области метрологии.

ГЛАВА 5

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ГМС

В современных условиях процесс реализации Концепции развития ГМС является непрерывным и требует постоянного обновления в соответствии с новыми требованиями и технологическими изменениями. Развитие ГМС может осуществляться по различным сценариям, которые зависят от внешних и внутренних факторов экономического развития:

оптимистический сценарий. По этому сценарию Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь развивается успешно, благодаря эффективному использованию ресурсов и внедрению новых технологий. Это приводит к повышению точности и надежности измерений, а также к увеличению доверия к результатам измерений;

пессимистический сценарий. Данный сценарий предполагает ухудшение ситуации в Системе обеспечения единства измерений Республики Беларусь из-за недостатка финансирования, устаревания оборудования и отсутствия квалифицированных кадров. Это может привести к снижению качества измерений и уменьшению доверия к их результатам;

сценарий стабильного развития. При этом сценарии Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь развивается без значительных изменений, сохраняя текущий уровень качества и точности измерений. Однако такой сценарий может привести к отставанию от мировых тенденций и утрате конкурентоспособности;

сценарий инновационного развития. Этот сценарий предполагает активное внедрение новых технологий и методов измерений, а также

активное сотрудничество с международными организациями и научными сообществами. Это может привести к значительному повышению качества и точности измерений, а также к укреплению позиций страны на международной арене.

Выбор конкретного сценария развития ГМС зависит от множества факторов, включая экономическую и политическую ситуации, международные отношения и технологические достижения. Устойчивый экономический рост способствует созданию благоприятных условий для модернизации и улучшения деятельности ГМС, что, в свою очередь, положительно сказывается на качестве продукции и услуг, а также на международной конкурентоспособности страны.

По объективным причинам реализация Концепции развития ГМС по вышеуказанным сценариям не представляется возможной. Практика прошлых лет показывает, что одновременно могут действовать разные факторы, влияющие на функционирование таких многопараметровых систем, как ГМС.

Вместе с тем, для преимущественного движения по пути достижения позитивных результатов необходимо придерживаться следующих основных направлений:

обновление и модернизация оборудования и парка СИ для проведения измерений (замена устаревших оборудования и СИ на новые, более точные и эффективные, а также внедрение новых технологий, таких как искусственный интеллект);

обучение и повышение квалификации персонала, работающего в Системе обеспечения единства измерений Республики Беларусь (курсы по новым методам измерений, обучение работе с новым оборудованием, участие в международных конференциях и семинарах);

активное международное сотрудничество может помочь в обмене опытом и знаниями, а также в получении доступа к новейшим технологиям и методам измерений;

инновации и разработка новых методов измерений (создание новых стандартов, разработка новых технологий и методов измерений, а также участие в международных проектах и программах);

обеспечение достаточного финансирования для модернизации оборудования и СИ, обучения персонала и проведения исследований и измерений;

укрепление законодательной базы, регулирующей Систему обеспечения единства измерений Республики Беларусь;

внедрение цифровых технологий может помочь повысить эффективность Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь, улучшить взаимодействие между участниками рынка и сократить

затраты.

С учетом вышеизложенного оптимальный путь реализации Концепции развития ГМС заключается в сочетании элементов позитивных сценариев, что позволит преодолеть имеющиеся системные проблемы, а также будет способствовать ускорению технологического прогресса и достижению национальных целей устойчивого развития Республики Беларусь.

Механизм осуществления концепции базируется на выполнении мероприятий по ее реализации, срокам и этапам их выполнения и устанавливается в Плане мероприятий по реализации Концепции развития ГМС.

Приложение 1
К Концепции развития
Государственной
метрологической
службы до 2030 года

Национальные эталоны единиц величин Республики Беларусь

№ п/п	Регистрационный номер	Институт-хранитель	Наименование национального эталона единицы величины Республики Беларусь
1	НЭ РБ 1-95	БелГИМ	Национальный эталон единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени
2	НЭ РБ 2-95	БелГИМ	Национальный эталон единицы температуры – кельвина
3	НЭ РБ 3-00	БелГИМ	Национальный эталон координат цвета и спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн (0,2 – 2,5) мкм
4	НЭ РБ 4-00	ИПФ НАН Беларуси	Национальный эталон единицы магнитной индукции Тесла в диапазоне (0,05 – 2,0) Тл
5	НЭ РБ 5-01	БелГИМ	Национальный эталон единицы напряжения переменного тока в диапазоне частот 10 Гц – 2 ГГц
6	НЭ РБ 6-01	БелГИМ	Национальный эталон единицы плоского угла – градуса
7	НЭ РБ 7-01	БелГИМ	Национальный эталон единиц кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе
8	НЭ РБ 8-02	БелГИМ	Национальный эталон единицы силы света и освещенности
9	НЭ РБ 10-02	БелГИМ	Национальный эталон единицы напряжения – вольта
10	НЭ РБ 11-03	БелГИМ	Национальный эталон единицы звукового давления в воздушной среде в диапазоне частот 20 Гц – 20 кГц
11	НЭ РБ 12-03	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины – метра в области аттестации источников излучений и средств измерений длин волн длиной 0,63 мкм
12	НЭ РБ 13-04	БелГИМ	Национальный эталон единицы молярной доли компонентов в газовых смесях
13	НЭ РБ 14-04	БелГИМ	Национальный эталон единицы электрической мощности

№ п/п	Регистрационный номер	Институт-хранитель	Наименование национального эталона единицы величины Республики Беларусь
14	НЭ РБ 15-05	БелГИМ	Национальный эталон единицы массы в диапазоне 1 мг – 1 кг
15	НЭ РБ 16-08	БелГИМ	Национальный эталон единицы молярной доли компонентов природного газа в газовых смесях
16	НЭ РБ 17-10	БелГИМ	Национальный эталон единицы спектральной чувствительности приемников излучения
17	НЭ РБ 18-10	БелГИМ	Национальный эталон единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов SO ₂ , NO, NO ₂ , H ₂ S, CO ₂
18	НЭ РБ 19-10	БелГИМ	Национальный эталон единицы электрической емкости
19	НЭ РБ 20-13	БелГИМ	Национальный эталон единицы энергии сгорания – джоуль
20	НЭ РБ 21-13	ИПФ НАН Беларуси	Национальный эталон единицы магнитной индукции слабого постоянного магнитного поля для диапазона от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ Тл
21	НЭ РБ 22-13	БелГИМ	Национальный эталон единиц молярной и массовой концентрации компонентов сжиженных углеводородных газов
22	НЭ РБ 23-14	БелГИМ	Национальный эталон единицы теплопроводности
23	НЭ РБ 24-15	БелГИМ	Национальный эталон единицы индуктивности
24	НЭ РБ 25-15	Институт физики НАН Беларуси	Национальный эталон единиц средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (ВОСП)
25	НЭ РБ 26-15	БелГИМ	Национальный эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля
26	НЭ РБ 27-15	ИПФ НАН Беларуси	Национальный эталон единицы магнитной индукции переменного магнитного поля
27	НЭ РБ 28-16	БелГИМ	Национальный эталон единицы светового потока источников непрерывного излучения
28	НЭ РБ 29-16	БелГИМ	Национальный эталон единицы электрического сопротивления
29	НЭ РБ 30-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы скорости воздушного потока
30	НЭ РБ 31-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины – метра в диапазоне (0,1 – 100) мм

№ п/п	Регистрационный номер	Институт-хранитель	Наименование национального эталона единицы величины Республики Беларусь
31	НЭ РБ 32-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы давления для области избыточных давлений
32	НЭ РБ 33-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы электрического сопротивления (активного)
33	НЭ РБ 34-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы силы
34	НЭ РБ 35-18	БелГИМ	Национальный эталон единиц белизны
35	НЭ РБ 36-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы коэффициента гармоник
36	НЭ РБ 37-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы активности радионуклидов
37	НЭ РБ 38-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины для измерений параметров зубчатых колес
38	НЭ РБ 39-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний
39	НЭ РБ 40-18	БелГИМ	Национальный эталон единиц влаги в твердых веществах и материалах
40	НЭ РБ 41-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы объемной активности радона в воздухе
41	НЭ РБ 42-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний
42	НЭ РБ 43-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы девиации частоты
43	НЭ РБ 44-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний
44	НЭ РБ 45-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины в области измерений параметров отклонений формы и расположения поверхностей вращения
45	НЭ РБ 46-18	БелГИМ	Национальный эталон единиц массового и объемного расхода жидкости (воды)
46	НЭ РБ 47-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности
47	НЭ РБ 48-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины в области измерений шероховатости поверхности
48	НЭ РБ 49-18	БелГИМ	Национальный эталон единицы напряженности электрического поля
49	НЭ РБ 50-18	БелГИМ	Национальный эталон единиц измерения объемов передаваемой цифровой

№ п/п	Регистрационный номер	Институт-хранитель	Наименование национального эталона единицы величины Республики Беларусь
			информации по каналам Интернет и телефонии

№ п/п	Регистрационный номер	Институт-хранитель	Наименование национального эталона единицы величины Республики Беларусь
50	НЭ РБ 51-19	Институт физики НАН Беларуси	Национальный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности энергетической освещенности и силы излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 3,0 мкм
51	НЭ РБ 52-19	БелГИМ	Национальный эталон единицы плоского угла в области измерений малых углов
52	НЭ РБ 53-19	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины – метра в области больших длин
53	НЭ РБ 54-19	Институт физики НАН Беларуси	Национальный эталон единицы поляризационной модовой дисперсии в оптическом волокне
54	НЭ РБ 55-19	БелГИМ	Национальный эталон единиц индивидуального и амбиентного эквивалента мощности дозы бета-излучения
55	НЭ РБ 56-19	Институт физики НАН Беларуси	Национальный эталон единиц средней мощности и энергии лазерного излучения
56	НЭ РБ 57-20	БелГИМ	Национальный эталон единиц твердости
57	НЭ РБ 58-20	БелГИМ	Национальный эталон единиц относительной влажности воздуха и температуры точки росы/инея
58	НЭ РБ 59-20	БелГИМ	Национальный эталон единицы напряженности магнитного поля (НМП)
59	НЭ РБ 60-20	БелГИМ	Национальный эталон единицы объемного расхода газа (воздуха)
60	НЭ РБ 61-21	БелГИМ	Национальный эталон единицы плотности жидкости
61	НЭ РБ 62-21	БелГИМ	Национальный эталон единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального напряжения и тока
62	НЭ РБ 63-21	БелГИМ	Национальный эталон единицы давления для разности давлений

63	НЭ РБ 64-21	БелГИМ	Национальный эталон единицы давления паскаль в области абсолютного давления
64	НЭ РБ 65-22	БелГИМ	Национальный эталон единицы длины в нанометровом диапазоне
65	НЭ РБ 66-24	БелГИМ	Национальный эталон единицы давления в области измерения вакуума

№ п/п	Регистрационный номер	Институт-хранитель	Наименование национального эталона единицы величины Республики Беларусь
66	НЭ РБ 67-24	БелГИМ	Национальный эталон единицы импульсного электрического напряжения
67	НЭ РБ 68-24	ИПФ НАН Беларуси	Национальный эталон единиц мощности удельных магнитных потерь и магнитной индукции переменного магнитного поля в диапазоне частот от 50 Гц до 200 кГц

Приложение 2
к Концепции развития
Государственной
метрологической
службы до 2030 года

**Перечень работ, проводимых в рамках подпрограммы
«Эталоны Беларуси», 2021–2025 годы**

№ п/п	СОЗДАНИЕ 2025 г.	МОДЕРНИЗАЦИЯ	
		2024 г.	2025 г.
1	Национальный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц	Национальный эталон единицы активности радионуклидов	Национальный эталон единицы напряжения переменного тока в диапазоне частот 10 Гц – 2 ГГц
2	Национальный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц	—	Национальный эталон единицы напряженности магнитного поля (НМП)
3	Национальный эталон единиц плотности потока нейтронов, мощности поглощённой и эквивалентной доз нейтронного излучения	—	Национальный эталон единиц силы света и освещенности
4	—		Национальный эталон единицы напряженности электрического поля
5	—		Национальный эталон единицы кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе
6	—		Национальный эталон единицы длины – метра в диапазоне (0,1 – 100) мм
7	—		Национальный эталон единицы температуры – кельвин

**Перечень национальных эталонов единиц величин,
создание и модернизация которых планируется в рамках
подпрограммы «Эталонь Беларусь», 2026–2030 годы**

№ п/п	СОЗДАНИЕ
1	Национальный эталон единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне
2	Национальный эталон единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне
3	Эталонная установка/национальный эталон, предназначенный для проведения поверки/калибровки генераторов спиртосодержащих воздушных смесей

№ п/п	МОДЕРНИЗАЦИЯ
1	НЭ РБ 1-95 Национальный эталон единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени (7 лет в эксплуатации после последней модернизации)
2	НЭ РБ 12-03 Национальный эталон единицы длины – метра в области аттестации источников излучений и средств измерений длин волн длиной 0,63 мкм (9 лет в эксплуатации после последней модернизации)
3	НЭ РБ 13-04 Национальный эталон единицы молярной доли компонентов в газовых смесях (11 лет в эксплуатации после последней модернизации)
4	НЭ РБ 13-04 Национальный эталон единицы молярной доли компонентов в газовых смесях (11 лет в эксплуатации после последней модернизации)
5	НЭ РБ 18-10 Национальный эталон единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов SO ₂ , NO, NO ₂ , H ₂ S, CO ₂ в части воспроизведения единицы молярной доли аммиака (NH ₃) в азоте/воздухе (14 лет в эксплуатации с года создания)
6	НЭ РБ 23-14 Национальный эталон единицы теплопроводности (10 лет в эксплуатации с года создания)

№ п/п	МОДЕРНИЗАЦИЯ
7	НЭ РБ 25-15 Национальный эталон единиц средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконнооптических систем связи и передачи информации (ВОСП) (9 лет в эксплуатации с года создания)

КОНЦЕПЦИЯ
развития эталонной базы Республики
Беларусь до 2030 года

Обеспечение единства измерений в Республике Беларусь регулируется Законом Республики Беларусь от 5 сентября 1995 г. № 3848-ХП «Об обеспечении единства измерений» (далее – Закон об обеспечении единства измерений) направленным на определение и проведение единой государственной политики в области обеспечения единства измерений – достижения и поддержания единства измерений в соответствии с требованиями национального законодательства, международных договоров Республики Беларусь, а также права Евразийского экономического союза.

Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений в соответствии со статьей 16 Закона об обеспечении единства измерений осуществляется в сфере законодательной метрологии, которая распространяется на измерения, выполняемые в следующих социально-значимых областях:

обеспечении защиты жизни и здоровья человека, оказании медицинской помощи, обеспечении охраны труда;

проведении контрольно-диагностических работ по проверке технического состояния и конструкции транспортных средств при проведении государственного технического осмотра, диагностике технического состояния транспортных средств, обеспечении безопасности движения всех видов транспорта;

обеспечении защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

обеспечении охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, осуществлении гидрометеорологической деятельности;

проведении официальных спортивных соревнований, регистрации рекордов Республики Беларусь, установленных спортсменами в ходе спортивных соревнований;

обеспечении обороны и безопасности государства.

Технической основой системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь в соответствии с Законом об обеспечении единства измерений являются национальные эталоны единиц величин – технические средства (средства измерений, комплексы средств измерений), предназначенные для воспроизведения, хранения и передачи единицы

величины или шкалы величины, а также для использования в качестве основы для приписывания значения величины другим эталонам единиц величин того же рода.

Национальные эталоны единиц величин создаются для обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений до единиц величин Международной системы единиц (СИ).

Национальные эталоны единиц величин образуют эталонную базу Республики Беларусь и находятся только в собственности государства.

Национальные эталоны единиц величин способствуют реализации социально-значимых целей обеспечения единства измерений:

защита прав и законных интересов государства, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и иных физических лиц от последствий неточных и неправильно выполненных измерений;

обеспечение доверия к результатам измерений;

повышение конкурентоспособность продукции, работ и услуг, а также обеспечивают достоверность информации об их характеристиках и эффективности.

В связи с вышеизложенным основной целью Концепции развития эталонной базы Республики Беларусь является создание и поддержание системы национальных эталонов единиц величин для обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений до единиц Международной системы единиц (СИ), что в свою очередь способствует экономическому развитию и защите интересов общества и государства.

Развитие эталонной базы Республики Беларусь имеет стратегическое значение для экономики страны, обеспечивая высокий уровень точности измерений и способствуя росту промышленного потенциала.

1. Общие положения

1.1 Эталонная база Республики Беларусь

Создание новых и совершенствование существующих национальных эталонов единиц величин является одним из ключевых направлений деятельности по обеспечению единства измерений. Создание и совершенствование национальных эталонов единиц величин играет важную роль для развития реального сектора экономики Республики Беларусь, так как точность измерений является ключевым фактором в производственных процессах.

Эталонная база Республики Беларусь включает в себя систему национальных эталонов единиц величин, которые воспроизводят единицы величин с наивысшей в стране точностью, достижимой при существующих научно-технических возможностях в данной области измерений.

В настоящее время в Республике Беларусь разработано

и эксплуатируется 67 национальных эталонов единиц величин, которые зарегистрированы в Государственном реестре национальных эталонов единиц величин Республики Беларусь.

Организациями-хранителями национальных эталонов единиц величин являются:

Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ) – 59 национальных эталонов единиц величин;

Государственное научное учреждение «Институт физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси» (Институт физики НАН Беларуси) – 4 национальных эталона единиц величин;

Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси» (ИПФ НАН Беларуси) – 4 национальных эталона единиц величин.

В последние годы потребность в выполнении высокоточных измерений стремительно растет в таких отраслях промышленности как машиностроение, приборостроение, энергетика.

Разработка и модернизация национальных эталонов единиц величин осуществляются в соответствии с государственными научно-техническими программами (ГНТП).

В Республике Беларусь в рамках ГНТП «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021 – 2025 годы реализуется подпрограмма «Эталоны Беларуси». Подпрограмма «Эталоны Беларуси» является логическим развитием успешно выполненных:

ГНТП «Стандарты», 1996 – 1997 годы и на период до 2000 года;

ГНТП «Эталоны Беларуси», 2001 – 2003 годы;

подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Приборостроение», 2004 – 2005 годы;

подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Эталоны и научные приборы», 2006 – 2010 годы;

подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Эталоны и научные приборы», 2011 – 2015 годы;

подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Эталоны и научные приборы», 2016 – 2020 годы.

В рамках выполнения подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021 – 2025 годы запланирована реализация 22 заданий, из них 21 задание – создание и модернизация эталонов, 1 – задание по научно-техническому сопровождению заданий подпрограммы.

Основными исполнителями работ подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021 – 2025 годы являются БелГИМ, Институт физики НАН Беларуси, ИПФ НАН Беларуси, БГУИР.

Все создаваемые национальные эталоны единиц величин отвечают наилучшим техническим и инновационным решениям в области передачи и хранения единиц величин.

Ожидается, что созданные эталоны успешно пройдут международные сличения и обеспечат прослеживаемость к международным эталонам Международной системы единиц (СИ), создавая условия для повышения качества разрабатываемой в Республике Беларусь продукции.

Финансирование подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021 – 2025 годы осуществляется за счет средств республиканского бюджета (в том числе и республиканского централизованного инновационного фонда) и внебюджетных средств (собственных средств организаций-исполнителей заданий).

На рисунке 1 представлена диаграмма финансирования подпрограммы «Эталоны Беларуси» 2021 – 2025 годы.

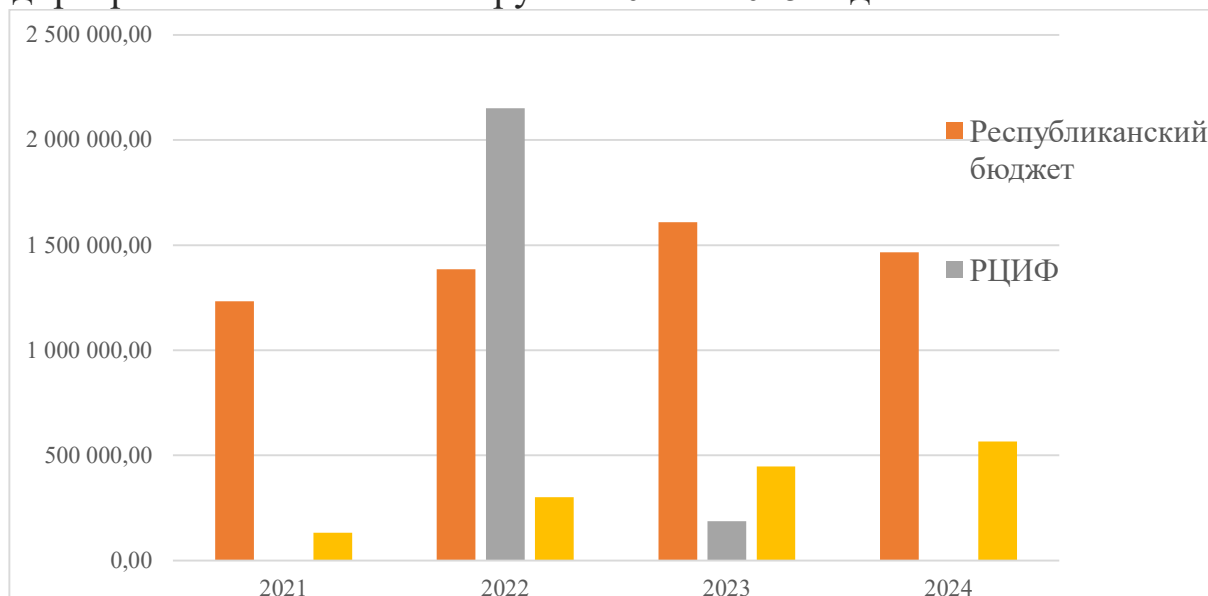


Рисунок 1 – Финансирование подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021 – 2025 годы

1.2 Цели и задачи развития эталонной базы Республики Беларусь

Фундаментом системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь служат эталоны единиц величин, которые утверждаются

Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь (далее – Госстандарт) в качестве национальных эталонов единиц величин и предназначены для использования в качестве основы для приписывания значения величины другим эталонам единиц величин того же рода.

Национальные эталоны единиц величин воспроизводят единицы величин, обеспечивают прослеживаемость результатов измерений до единиц измерений Международной системы единиц (СИ) и проходят сличения с международными эталонами единиц величин или национальными эталонами единиц величин других государств для подтверждения метрологических характеристик.

Создание и модернизация эталонов осуществляется в тесной взаимосвязи с потребностями реального сектора экономики Республики Беларусь и является двусторонним процессом. С одной стороны, промышленность диктует требования к точности и качеству измерений, стимулируя развитие эталонной базы. С другой стороны, наличие современной и точной эталонной инфраструктуры позволяет промышленности повышать эффективность производства и улучшать качество продукции.

Создание и развитие эталонной базы Республики Беларусь осуществляется в целях обеспечения доверия к результатам измерений, повышения конкурентоспособности продукции, работ и услуг, а также обеспечения достоверности информации об их функциональном назначении, характеристиках и эффективности.

Основной задачей развития эталонной базы Республики Беларусь является решение задач по обеспечению доверия к результатам измерений, и их сопоставимости на международном уровне для обеспечения внешнеторговой деятельности государства, в том числе и в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и Всемирной торговой организации, а также выполнения международных договоренностей Республики Беларусь.

Развитие эталонной базы Республики Беларусь направлено на решение задач по приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь таких как:

цифровые информационно-коммуникационные
и междисциплинарные технологии, основанные на них производства;

биологические, медицинские, фармацевтические и химические
технологии и производства;

энергетика, строительство, экология и рациональное
природопользование;

машиностроение, машиностроительные технологии,

приборостроение и инновационные материалы;

агропромышленные и продовольственные технологии;

обеспечение безопасности человека, общества и государства.

Создаваемые и модернизируемые национальные эталоны единиц величин позволяют обеспечить точность измерений, требуемую V и VI технологическими укладами научно-технической продукции.

Решения по основным задачам развития эталонной базы Республики Беларусь достигаются применением в Республике Беларусь единиц величин Международной системы единиц (СИ), принятых Генеральной конференцией мер и весов (ГКМВ, Метрическая конвенция), рекомендованных Международной организацией законодательной метрологии (МОЗМ) и Договором ЕАЭС. Применение единиц величин Международной системы единиц (СИ) возможно путем создания и поддержания соответствующей эталонной базы.

Создание и поддержание на современном уровне национальной эталонной базы Республики Беларусь осуществляется национальным метрологическим институтом в рамках выполнения государственных научно-технических программ.

2. Оценка современного состояния эталонной базы Республики Беларусь

2.1 Нормативная правовая база

Согласно Закону об обеспечении единства измерений одним из основных принципов обеспечения единства измерений является применение национальных эталонов единиц величин, а также приоритетное применение единиц величин Международной системы единиц (СИ).

Национальные эталоны единиц величин разрабатываются, утверждаются, модернизируются в соответствии с постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 16 ноября 2020 г. № 70 «Об утверждении Правил разработки, утверждения, модернизации и содержания национальных эталонов единиц величин».

Кроме того, Республика Беларусь является полноправным членом Метрической Конвенции и участвует в реализации «Договоренности о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами» (CIPM MRA).

Признание технического уровня и эквивалентности эталонов Республики Беларусь на международном уровне подтверждается наличием опубликованных в Международной базе данных ключевых сличений

Международного бюро мер и весов (КСДВ ВІРМ, <http://kcdb.bipm.org/>) результатов международных сличений эталонов единиц величин и калибровочных и измерительных возможностей. В настоящее время в международной базе данных КСДВ ВІРМ опубликована 301 позиция данных о калибровочных и измерительных возможностях (СМС-строки) БелГИМ.

2.2 Приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований в области метрологии

Научно-исследовательские работы в области метрологии проводятся по следующим ключевым направлениям:

фундаментальные и прикладные исследования;

развитие законодательных основ системы обеспечения единства измерений;

создание и исследование эталонов единиц величин, национальных эталонов единиц величин;

проведение международных сличений эталонов единиц величин, национальных эталонов единиц величин.

Фундаментальные исследования в области метрологии заключаются в первую очередь в определении основных и производных единиц Международной системы единиц (СИ), а также единиц вне этой системы. Основными величинами Международной системы единиц (СИ) являются: масса – М, длина – L, время – Т, сила электрического тока – I, термодинамическая температура – θ , количество вещества – N и сила света – J. Основными единицами СИ являются, соответственно: килограмм (кг), метр (м), секунда (с), ампер (А), кельвин (К), моль, кандела (кд).

Фундаментальные исследования выполняются Международным бюро мер и весов совместно с ведущими метрологическими институтами мира: РТВ (Германия), NIST (США), NIM (Китай), ВНИИМ (Россия). БелГИМ, являясь членом Метрической конвенции и подписывая СІРМ МРА участвует в работе при выполнении таких исследований. Также актуальными остаются проекты в рамках Союзного государства (Республика Беларусь, Российская Федерация) и проекты по линии Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС).

Государственная метрологическая служба (ГМС) в части выполнения прикладных исследований должна ориентироваться на направления развития реального сектора экономики Республики Беларусь. Научно-исследовательский потенциал ГМС может быть использован для решения прикладных измерительных задач с целью создания продукции предприятиями Республики Беларусь.

Организаций ГМС обладают богатым опытом участия специалистов в создании эталонов единиц величин, поверочного оборудования, государственных стандартных образцов, в запуске сложных измерительных систем, проведении сличений результатов измерений, испытаниях измерительной техники, организации работы измерительных, испытательных и поверочных лабораторий.

2.3 Калибровочные и измерительные возможности Национального метрологического института

По состоянию на 01.01.2024 в международной базе данных KCDB ВІРМ опубликовано 301 СМС-строка о калибровочных и измерительных возможностях Национального метрологического института.

Код	Область измерений	Подгруппа	Количество СМС-строк в базе KCDB
AUV	Акустика, ультразвук, вибрация	Звук в воздушной среде (А)	31
AUV	Всего		31
М	Масса и связанные величины	Масса и меры массы	6
		Давление	1
		Крутящий момент, вязкость, твердость и g	9
М	Всего		16
L	Длина	Стабилизированные лазеры	2
		Линейно-угловые измерения	24
L	Всего		26
PR	Фотометрия и радиометрия	Фотометрия	8
		Оптоволокно	2
		Свойства материалов	1
PR	Всего		11
T	Термометрия	Температура	54
T	Всего		54
TF	Время и частота		31
TF	Всего		31
EM	Электричество и магнетизм	Напряжение постоянного тока, сопротивление	14
		Напряжение переменного тока, мощность	13

Код	Область измерений	Подгруппа	Количество СМС-строк в базе KCDB
		Электрический импеданс (электрическая емкость, индуктивность)	11
		Высокое напряжение и ток	6
		Радиочастота	5
		Электрические и магнитные поля	1
EM	Всего		50
RI	Радиация и ионизирующие излучения	Дозиметрия (RI(I)) Керма в воздухе	6
		Дозиметрия (RI(I)) Объемная эквивалентная доза	5
		Дозиметрия (RI(I)) Направленная эквивалентная доза	5
		Дозиметрия (RI(I)) Персональная эквивалентная доза (глубина 10 мм)	5
		Радиоактивность (RI(II)) Активность на ед. массы	14
		Радиоактивность (RI(II)) Активность	14
		Радиоактивность (RI(II)) Поверхностное излучение	2
RI	Всего		51
QM	Химия и биология	Газы	27
		pH и буфер в воде	3
		Электропроводность	1
QM	Всего		31

2.4 Состояние и перспективы развития эталонной базы Республики Беларусь

Состояние и перспективы развития эталонной базы Республики Беларусь представлены в разрезе по видам измерений:

Измерения геометрических величин

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 12-03 Национальный эталон единицы длины-метра в области аттестации источников излучений и средств измерений длин волн длиной 0,63 мкм;

НЭ РБ 6-01 Национальный эталон единицы плоского угла - градуса (0 - 360)°;

НЭ РБ 52-19 Национальный эталон единицы плоского угла в области измерений малых углов 0" - 2000";

НЭ РБ 31-18 Национальный эталон единицы длины-метра в диапазоне (0,1 – 100) мм;

НЭ РБ 48-18 Национальный эталон единицы длины в области измерений шероховатости поверхности;

НЭ РБ 47-18 Национальный эталон единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности;

НЭ РБ 65-22 Национальный эталон единицы длины в нанометровом диапазоне;

НЭ РБ 38-18 Национальный эталон единицы длины для измерений параметров зубчатых колес;

НЭ РБ 45-18 Национальный эталон единицы длины в области измерений параметров отклонений формы и расположения поверхностей вращения;

НЭ РБ 53-19 Национальный эталон единицы длины - метра в области больших длин.

Национальный эталон НЭ РБ 6-01 успешно прошел модернизацию, завершённую в 2018 году. В ходе модернизации устаревшее оборудование из состава данного национального эталона было полностью заменено современным оборудованием.

На 01.09.2024 национальный эталон НЭ РБ 31-18 проходит модернизацию в рамках подпрограммы «Эталоны Беларуси» государственной научно-технической программы «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021-2025 годы.

Национальный эталон НЭ РБ 12-03 к настоящему времени физически устарел (устарела лазерная установка из состава национального эталона, положенная в основу его работы). В связи с этим в 2026-2030 годах предполагается запланировать модернизацию НЭ РБ 12-03.

Остальные семь национальных эталонов еще не выработали свой ресурс и соответствуют мировому уровню и в модернизации не нуждаются.

Измерения механических величин

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 15-05 Национальный эталон единицы массы в диапазоне 1 мг – 1 кг;

НЭ РБ 34-18 Национальный эталон единицы силы;

НЭ РБ 57-20 Национальный эталон единиц твердости.

Национальный эталон НЭ РБ 15-05 полностью закрывает потребности промышленности республики в части осуществления метрологической оценке высокоточных мер массы (гирь) и весов.

В настоящее время обеспечивается метрологическая прослеживаемость национального эталона НЭ РБ 15-05 к Государственному первичному эталону, хранимому ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (Россия, г. Санкт-Петербург).

Национальные эталоны НЭ РБ 34-18 и НЭ РБ 57-20 еще не выработали свой ресурс и соответствуют мировому уровню и в модернизации не нуждаются.

Измерения физико-химических величин

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 3-00 Национальный эталон единицы координат цвета и спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн (0,2-2,5) мкм;

НЭ РБ 8-02 Национальный эталон единиц силы света и освещенности;

НЭ РБ 13-04 Национальный эталон единицы молярной доли компонентов в газовых смесях;

НЭ РБ 16-08 Национальный эталон единицы молярной доли компонентов природного газа в газовых смесях;

НЭ РБ 17-10 Национальный эталон единицы спектральной чувствительности приемников излучения;

НЭ РБ 18-10 Национальный эталон единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов SO₂, NO, NO₂, H₂S, CO₂;

НЭ РБ 22-13 Национальный эталон единицы молярной и массовой концентрации компонентов сжиженных углеводородных газов;

НЭ РБ 28-16 Национальный эталон единицы светового потока источников непрерывного излучения;

НЭ РБ 35-18 Национальный эталон единиц белизны;

НЭ РБ 40-18 Национальный эталон единиц влаги в твердых веществах и материалах;

НЭ РБ 58-20 Национальный эталон единиц относительной влажности воздуха и температуры точки росы/иней;

НЭ РБ 61-21 Национальный эталон единицы плотности жидкости.

На 01.09.2024 национальные эталоны НЭ РБ 3-00 и НЭ РБ 8-02 проходят модернизацию в рамках подпрограммы «Эталонные Беларуси» государственной научно-технической программы «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» 2021-2025 годы.

Национальные эталоны НЭ РБ 13-04 и НЭ РБ 16-08 по уровню точности и своим функциональным возможностям полностью закрывают

потребности организаций в определении молярной доли компонентов в газовых смесях.

Модернизировать национальный эталон НЭ РБ 17-10 нецелесообразно ввиду отсутствия достаточно широкого спроса на его применение.

Национальные эталоны НЭ РБ 18-10 и НЭ РБ 22-13 закрывают все текущие потребности отечественных организаций.

Остальные пять национальных эталонов современны и в модернизации не нуждаются.

Активно прорабатывается вопрос о создании в 2026-2030 годах эталонной установки, предназначенной для проведения поверки/калибровки всех эксплуатируемых в Республике Беларусь генераторов спиртосодержащих воздушных смесей с последующим включением данной установки в состав национального эталона одного из эталонов НЭ РБ 13-04 или НЭ РБ 16-08.

Измерения электрических величин

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 5-01 Национальный эталон единицы напряжения переменного тока в диапазоне частот от 10 Гц до 2 ГГц;

НЭ РБ 10-02 Национальный эталон единицы напряжения – вольта;

НЭ РБ 14-04 Национальный эталон единицы электрической мощности;

НЭ РБ 19-10 Национальный эталон единицы электрической емкости;

НЭ РБ 24-15 Национальный эталон единицы индуктивности;

НЭ РБ 29-16 Национальный эталон единицы электрического сопротивления;

НЭ РБ 33-18 Национальный эталон единицы электрического сопротивления (активного);

НЭ РБ 62-21 Национальный эталон единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального напряжения и тока;

НЭ РБ 4-00 Национальный эталон единицы магнитной индукции Тесла в диапазоне (0,05-2,0) Тл;

НЭ РБ 21-13 Национальный эталон единицы магнитной индукции слабого постоянного магнитного поля для диапазона от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ Тл;

НЭ РБ 27-15 Национальный эталон единицы магнитной индукции переменного магнитного поля.

По состоянию на 01.04.2024 в международной базе данных KCDB BIPM опубликованы:

Код	Область измерений	Подвид измерений	СМС-строки	Матрица неопределенности
ЕМ	Электричество и магнетизм	Напряжение постоянного тока, сопротивление	14	-
		Напряжение переменного тока	5	5
		Высокое напряжение	6	-
		Электрическая мощность	8	8
		Электрическая емкость	9	-
		Индуктивность	2	-
ИТОГО			44	13

На 01.09.2024 национальные эталоны НЭ РБ 5-01, НЭ РБ 10-02, НЭ РБ 14-04, НЭ РБ 19-10, НЭ РБ 24-15 и НЭ РБ 29-16 полностью закрывают потребности отечественных предприятий по точности передачи единиц, воспроизводимых национальными эталонами единиц величин. Реальная модернизация вышеуказанных национальных эталонов единиц величин крайне затруднительна (либо вообще невозможна) из-за отрицательного действия мировых санкций, не позволяющих закупать оборудование, выпускаемое в единичных экземплярах американскими или европейскими фирмами-монополистами. В связи с этим модернизация шести указанных эталонов на ближайшую пятилетку не запланирована.

Национальные эталоны НЭ РБ 33-18 и НЭ РБ 62-21 в настоящее время в модернизации не нуждаются.

Национальный эталон НЭ РБ 4-00 модернизирован в 2024 году.

Национальные эталоны НЭ РБ 21-13 и НЭ РБ 27-15 технически исправны и удовлетворяют любым запросам отечественных организаций, выпускающих или эксплуатирующих средства измерений магнитной индукции. В связи с этими обстоятельствами модернизация данных национальных эталонов на ближайшие годы не запланирована.

Измерения теплофизических величин

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 2-95 Единицы температуры – кельвин;

НЭ РБ 20-13 Единицы энергии сгорания – Джоуль;

НЭ РБ 23-14 Национальный эталон единицы теплопроводности.

В настоящее время в Республике Беларусь появился большой парк средств измерений с диапазоном измерений температуры, превышающим

измерительные возможности национальных эталонов единиц величин. Внесение таких средств измерений в Государственный реестр средств измерений и стандартных образцов Республики Беларусь осуществляется на основании ПМГ 06-2024 «Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, первичной поверки, метрологической аттестации средств измерений», соответственно проведение работ по метрологической оценке в полном объеме возможно только на территории Российской Федерации. Помимо этого, отечественные производители осваивают производство прецизионных средств измерений с верхним пределом диапазона измерений $1084,62\text{ }^{\circ}\text{C}$, что затрудняет проведение испытаний в целях утверждения типа средств измерений на территории Республики Беларусь.

В целях метрологического обеспечения, способствующего реализации наиболее важных и значимых направлений деятельности Республики Беларусь, осуществляется модернизация национального эталона НЭ РБ 2-95 Единицы температуры – кельвин (начало работ – 4 квартал 2024 г., окончание работ – 4 квартал 2025 г.). Модернизация в части расширения диапазона воспроизведения температуры до $1084,62\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также включение в состав национального эталона НЭ РБ 2-95 новых устройств поддержания и воспроизведения температуры позволит проводить работы по метрологической оценке средств измерений температуры с диапазоном измерений от минус $38,8344\text{ }^{\circ}\text{C}$ до плюс $1084,62\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Национальный эталон НЭ РБ 20-13 по своим метрологическим возможностям воспроизведения единицы энергии сгорания обеспечивает все текущие потребности отечественных предприятий, еще не выработал свой фактический ресурс и активно участвует в сличениях. Таким образом, модернизация данного эталона в ближайшие годы не предполагается.

Активно прорабатывается вопрос о включении модернизации национального эталона НЭ РБ 23-14 в задания подпрограммы «Эталоны Беларуси» на 2026-2030 годы.

Измерения ионизирующих величин

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 37-17 Единицы активности радионуклидов;

НЭ РБ 7-01 Единиц кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе;

НЭ РБ 41-18 Единицы объемной активности радона в воздухе;

НЭ РБ 55-19 Единиц индивидуального и амбиентного эквивалента мощности дозы бета-излучения.

В 2022 году начаты работы по модернизации национального эталона единицы активности радионуклидов НЭ РБ 37-17 в соответствии с заданием 2.8 подпрограммы «Эталоны Беларуси» государственной научно-

технической программы «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование», 2021-2025 годы.

Целью модернизации национального эталона НЭ РБ 37-17 является внесение изменений в конструкцию национального эталона и документацию для улучшения его метрологических характеристик, и расширения функциональных возможностей.

В 2023 году начаты работы по созданию Национального эталона единиц плотности потока нейтронов, мощности поглощенной и эквивалентной доз нейтронного излучения в соответствии с заданием 2.14 подпрограммы «Эталон Беларуси» государственной научно-технической программы «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование», 2021-2025 годы.

Ввод в эксплуатацию БелАЭС и предполагаемое строительство пункта захоронения радиоактивных отходов, которые являются неотъемлемой частью ее функционирования, приводит к расширению перечня используемых средств измерений нейтронного излучения.

Характеристики нейтронных потоков являются одним из основных параметров, используемых при управлении ядерными реакторами и установками, дозиметрические характеристики нейтронных полей применяют при конструировании систем защиты и безопасности. Поэтому необходимо иметь эталонное оборудование для создания и измерения таких параметров нейтронных полей, как плотность потока и энергия нейтронов, мощность поглощенной и эквивалентной доз нейтронного излучения.

Имеющиеся эталоны (эталонная установка типа УКПН с плутоний-бериллиевыми источниками нейтронов, позволяющая получать поля быстрых и тепловых нейтронов, аттестованная по плотности потока и мощности эквивалентной дозы) не могут обеспечить решение задач, возникающих при эксплуатации БелАЭС.

Создание эталона единиц плотности потока нейтронов, мощности поглощённой и эквивалентной доз нейтронного излучения обеспечит повышение точности и надежности измерений плотности потока нейтронов, мощности поглощенной и эквивалентной доз нейтронного излучения и возможность проведения калибровки, поверки и испытаний средств измерений плотности потока нейтронов, мощности поглощенной и эквивалентной доз нейтронного излучения.

В 2023 году начаты работы по модернизации национального эталона единиц кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе НЭ РБ 7-01 в соответствии с заданием 2.13 подпрограммы «Эталон Беларуси» государственной научно-технической программы «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование», 2021-2025 годы.

Также тенденции развития приборостроения в области дозиметрии такова, что в настоящее время широкое применение получают новые материалы для изготовления детекторов и регистрирующих устройств, это позволяет изготовителям производить высокоточное оборудование для измерения в полях гамма-излучения с более широким диапазоном измерений. Возникает необходимость создания полей фотонного излучения высоких интенсивностей и, как следствие, использование источников на основе изотопов ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{241}Am высоких активностей.

Для решения вышеуказанной задачи необходимо провести работы по модернизации национального эталона единицы кермы и мощности кермы в воздухе, в части создания гамма-полей с широким диапазоном интенсивностей. Для этого потребуются замена эталонных гамма-облучателей, которые не могут в полном объеме обеспечить воспроизведение и передачу необходимых характеристик и, в свою очередь, позволит расширить диапазон воспроизводимых мощностей доз гамма-излучения.

Национальный эталон единиц индивидуального и амбиентного эквивалента мощности дозы бета-излучения НЭ РБ 55-19 и Национальный эталон единицы объемной активности радона в воздухе НЭ РБ 41-18 полностью удовлетворяют современные запросы белорусских потребителей и их модернизация на ближайшие годы не запланирована.

Измерения времени и частоты

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 1-95 Единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени.

Национальный эталон времени и частоты участвует в программах международного сотрудничества (участие в формировании международной координированной шкалы времени UTC), а также в совершенствовании систем связи, радионавигации и радиолокации (синхронизация шкал времени и стабилизация частот передающих станций), спутниковых навигационных системах АВИА и наземном транспорте, радиовещании и телевидении (централизованная синхронизация, передача эталонного сигнала посредством цифрового телевидения), обороне (синхронизация шкал времени сложных технических систем вооружения), энергетике (синхронизация каналов автоматизированных систем).

Национальный эталон НЭ РБ 1-95 единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени Республики Беларусь на данный момент воспроизводит размер единицы частоты (и времени) с точностью $5 \cdot 10^{-13}$ на годовом интервале. Для удовлетворения потребителей на ближайшие

годы необходимо достичь уровня точности воспроизведения единицы частоты (и времени), не превышающей $1 \cdot 10^{-14}$ на годовом интервале.

В перспективе планируется модернизация Национального эталона НЭ РБ 1-95 единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени с целью обновления и поддержания работоспособности оборудования.

Измерения радиоэлектронные

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 26-15 Национальный эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля;

НЭ РБ 36-18 Национальный эталон единицы коэффициента гармоник;

НЭ РБ 39-18 Национальный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний;

НЭ РБ 42-18 Национальный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний;

НЭ РБ 43-18 Национальный эталон единицы девиации частоты;

НЭ РБ 44-18 Национальный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний;

НЭ РБ 49-18 Национальный эталон единицы напряженности электрического поля;

НЭ РБ 50-18 Национальный эталон единиц измерения объемов передаваемой цифровой информации по каналам Интернет и телефонии;

НЭ РБ 56-19 Национальный эталон единиц средней мощности и энергии лазерного излучения;

НЭ РБ 59-20 Национальный эталон единицы напряженности магнитного поля (НМП);

НЭ РБ 67-24 Национальный эталон единицы импульсного электрического напряжения;

В настоящее время осуществляется модернизация национальных эталонов НЭ РБ 49-18, НЭ РБ 59-20.

Национальные эталоны НЭ РБ 26-15, НЭ РБ 36-18, НЭ РБ 39-18, НЭ РБ 42-18, НЭ РБ 43-18, НЭ РБ 44-18, НЭ РБ 50-18 и НЭ РБ 56-19 сохраняют современный технический уровень и соответствуют основным требованиям, предъявляемым к ним со стороны отечественных потребителей. В связи с этим в настоящее время модернизация восьми указанных национальных эталонов не требуется.

Национальный эталон НЭ РБ 67-24 создан и введен в эксплуатацию в 2024 году, поэтому в модернизации не нуждается.

В рамках подпрограммы «Эталонь Беларусии» на 2026-2030 годы планируются следующие работы:

модернизировать Национальный эталон единиц средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (ВОСП) (НЭ РБ 25-15);

создание национального эталона единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне;

разработка и создание национального эталона единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне.

Измерения давления и расхода

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 30-18 Национальный эталон единицы скорости воздушного потока;

НЭ РБ 32-18 Национальный эталон единицы давления для области избыточных давлений;

НЭ РБ 46-18 Национальный эталон единиц массового и объемного расхода жидкости (воды);

НЭ РБ 60-20 Национальный эталон единицы объемного расхода газа (воздуха);

НЭ РБ 63-21 Национальный эталон единицы давления для разности давлений;

НЭ РБ 64-21 Национальный эталон единицы давления паскаль в области абсолютного давления;

НЭ РБ 66-24 Национальный эталон единицы давления в области измерения вакуума.

Существует ряд проблемных вопросов в области измерения расхода жидких сред, измерения расхода газо-воздушных сред:

отсутствует эталонное оборудование, обеспечивающее проведение метрологической оценки промышленных средств измерений расхода жидких сред методом непосредственного сличения при значениях массового (объемного) расхода более 1000 т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$) и рабочей среде «вода»;

отсутствует эталонное оборудование, обеспечивающее проведение метрологической оценки промышленных счетчиков газа на высоком давлении и рабочей среде «природный газ».

Ранее планировалось создание подобной лаборатории в ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», на 01.09.2024 проект создания лаборатории приостановлен.

В 2025-2027 годах для реализации государственной поверочной схемы для средств измерений массового расхода (массы) и объемного расхода (объема) воды и обеспечения прослеживаемости измерений при проведении метрологической оценки средств измерений расхода

до национального эталона НЭ РБ 46-18 единиц массового и объемного расхода жидкости (воды) планируется создание переносного эталона сравнения.

Измерения в области акустики, вибрации и неразрушающего контроля

Имеющаяся эталонная база:

НЭ РБ 11-03 Национальный эталон единицы звукового давления в воздушной среде в диапазоне частот 20 Гц – 20 кГц.

В ближайшей перспективе планируется создание нового рабочего места и оснащение его калибровочными образцами с плоскодонными отражателями и калибровочными образцами с цилиндрическими отражателями для возможности проведения в Республике Беларусь калибровки контрольных образцов.

Стандартные образцы

Учитывая опыт стран с более развитой экономикой, метрологические институты и службы неизбежно включают в свои составы лаборатории по изготовлению стандартных образцов.

В перспективе планируется расширение номенклатуры выпускаемых государственных стандартных образцов, освоение динамических методов приготовления калибровочных газовых смесей в соответствии с международными стандартами. Для этого потребуются модернизация национального эталона НЭ РБ 18-10 единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов в части воспроизведения единицы молярной доли аммиака (NH_3) в азоте/воздухе, что позволит расширить нижний диапазон содержания анализируемого компонента.

Также требуется модернизация национального эталона НЭ РБ 13-04 единицы молярной доли компонентов в газовых смесях с целью замены морально и физически устаревшего оборудования и увеличения номенклатуры определяемых компонентов.

2.5 Анализ потребностей отраслей промышленности в национальных эталонах единиц величин

Государственная политика Республики Беларусь в области обеспечения единства измерений является составной частью государственной научно-технической политики, которая призвана обеспечить соответствие развития науки и техники в условиях рыночной экономики задачам международного научно-технического сотрудничества, при этом должно обеспечиваться участие фундаментальной и прикладной метрологии в мировых интеграционных процессах в области науки и технологии, повышение ее роли в решении актуальных проблем современности (экология, энергетика, климатические изменения и другие),

а также реализации проектов и программ глобальной системы безопасности.

Анализ структуры реального сектора экономики Республики Беларусь и ее научного потенциала приводит к выводу о возрастающем использовании средств и результатов измерений различных физических величин.

Построение и поддержание всей системы измерений Республики Беларусь невозможно без создания соответствующей эталонной базы. Эталонная база должна соответствовать как имеющимся общественным потребностям, так и располагать определенным резервом в номенклатуре, диапазонах и уровнях точности воспроизведения единиц величин. Это позволит развивать соответствующие виды деятельности в реальном секторе экономики Республики Беларусь (например, приборостроительной, машиностроительной и других отраслей экономики) и обеспечивать конкурентоспособность разрабатываемой продукции.

В целях выявления потребностей промышленных предприятий в национальных эталонах единиц величин был проведен опрос организаций государственных метрологических служб, юридических и физических лиц, крупных организаций Республики Беларусь, использованы данные из государственного информационного фонда по обеспечению единства измерений, проанализирована «Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года», а также стратегические документы международных организаций, таких как ГКМВ, Международное бюро мер и весов, МОЗМ.

2.6 Подготовка кадров

С целью решения проблемы кадрового обеспечения системы обеспечения единства измерений необходимо создание комплексной системы, в рамках которой будет предусмотрено в качестве краткосрочной цели - постоянное повышение квалификации специалистов, стимулирование их развития, а в качестве долгосрочной цели - интеграция более высококвалифицированных специалистов в профессиональный состав метрологических организаций, а также на регулярной основе повышение квалификации специалистов.

2.7 Развитие международного сотрудничества

Расширение сотрудничества Республики Беларусь с международными организациями направлено на обеспечение соответствия программ и направлений сотрудничества с международными организациями интересам политического, экономического и социального развития Республики Беларусь, защиту интересов белорусских субъектов

хозяйствования на внешних рынках, а также гармонизация действующего национального законодательства.

Продолжается активное сотрудничество в рамках СНГ, приоритетный характер будет иметь углубление сотрудничества с национальными метрологическими институтами Российской Федерации и Китайской Народной Республики в рамках совместных научных исследований в области метрологии (организация совместных сличений, совместное развитие и совершенствование национальных эталонов единиц величин, обмен опытом по обслуживанию и хранению эталонов единиц величин и другие).

БелГИМ, являясь национальным метрологическим институтом, продолжит участвовать в деятельности организации Евро-Азиатское сотрудничества государственных метрологических учреждений КООМЕТ во всех технических комитетах и проектах в рамках технических комитетов в следующих областях:

- акустика, ультразвук, вибрация;
- электричество и магнетизм;
- расходомерия;
- ионизирующие излучения и радиоактивность;
- длина и угол;
- масса и связанные с ней величины;
- фотометрия и радиометрия;
- физикохимия;
- термометрия и теплофизика;
- время и частота;
- стандартные образцы;
- общие вопросы измерений (общая метрология);
- законодательная метрология;
- системы качества,
- информация и информационные технологии;
- обучение и повышение квалификации;
- перспективные направления исследований.

Самая значимая часть работ, выполняемых БелГИМ в рамках КООМЕТ направлена на реализацию Договора о взаимности СИПМ МРА (в части участия в сличениях национальных эталонов единиц величин) и последующей публикацией от имени Республики Беларусь СМС-строк в международной базе данных КСДВ ВІРМ.

2.8 Финансовое обеспечение

В соответствии с подпунктом 2.2. пункта 2 статьи 36 Закона об обеспечении единства измерений финансирование разработки

и модернизации национальных эталонов единиц величин в рамках государственных научно-технических программ осуществляется за счет средств республиканского бюджета. Также финансирование разработки и модернизации национальных эталонов единиц величин осуществляется за счет собственных средств организаций-хранителей национальных эталонов единиц величин.

3. Проблемные вопросы развития и поддержания эталонной базы Республики Беларусь

В настоящее время можно выделить следующие основные проблемные вопросы:

недостаточное финансирование работ по созданию и модернизации национальных эталонов единиц величин;

необходимость создания специальных условий для размещения и функционирования национальных эталонов единицы величины;

поддержание метрологических характеристик национальных эталонов единиц величин на должном уровне после достижения ими среднего срока эксплуатации и проведение на регулярной основе работ по модернизации;

подготовка высококвалифицированных специалистов и повышение квалификации имеющихся кадров в области обеспечения единства измерений.

4. Задачи развития эталонной базы Республики Беларусь

4.1 Приоритеты и критерии развития эталонной базы Республики Беларусь

Приоритетным направлением развития эталонной базы Республики Беларусь является разработка и реализация мер, направленных на решение вопросов повышения конкурентоспособности отечественной продукции за счет повышения точности (развитие инфраструктуры для создания эталонной базы, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований).

Критерии развития эталонной базы Республики Беларусь должны соответствовать вектору развития национальной экономики, определенному в Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года (одобрено протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10).

4.2 Создание механизма прогнозирования потребностей промышленности Республики Беларусь в эталонах

Для организации правильного развития системы обеспечения единства измерений и метрологической инфраструктуры необходимо

прогнозировать потребности Республики Беларусь и общества в национальных эталонах единиц величин. Требования к национальной эталонной базе Республики Беларусь в количественном и качественном составе должны определяться исходя из конкретных требований к созданию и развитию национальной инновационной системы.

Основу национальной эталонной базы Республики Беларусь должны составлять национальные эталоны единиц величин, обеспечивающие научно-технические заделы развития национальной эталонной базы Республики Беларусь в целом. К таким национальным эталонам единиц величин относятся национальные эталоны единиц величин, реализующие воспроизведение единиц физических величин на основе фундаментальных физических констант и природных констант.

С помощью мониторинга и анализа трендов развития приоритетных областей экономики Республики Беларусь, следует осуществлять сбор данных о методах и объектах измерений, а также о требуемых точных характеристиках.

4.3 Развитие эталонной базы Республики Беларусь

По состоянию на 1 декабря 2024 года эталонная база Республики Беларусь состоит из 67 национальных эталонов единиц величин.

Учитывая текущее техническое состояние национальных эталонов единиц величин, можно обозначить следующую существующую статистику по:

среднему сроку эксплуатации национальных эталонов единиц величин, начиная с года ввода в эксплуатацию, который составляет 12 лет;

среднему сроку модернизации национальных эталонов единиц величин, начиная с года последней модернизации, который составляет 6 лет.

В настоящее время в Республике Беларусь существует два национальных эталона единиц величин со сроком эксплуатации 29 лет - НЭ РБ 1-95 и НЭ РБ 2-95. Модернизация данных национальных эталонов единиц величин запланирована на 2025-2030 гг.

В первую очередь нуждаются в модернизации национальные эталоны единиц величин, эксплуатируемые от 20 до 24 лет (начиная с года ввода их в эксплуатацию).

Всего в Республике Беларусь девять таких национальных эталонов единиц величин:

НЭ РБ 3-00, НЭ РБ 4-00 (срок эксплуатации 24 года);

НЭ РБ 5-01, НЭ РБ 7-01 (срок эксплуатации 23 года);

НЭ РБ 8-02, НЭ РБ 63-21 (срок эксплуатации 22 года);

НЭ РБ 11-03, НЭ РБ 12-03 (срок эксплуатации 21 год);

НЭ РБ 13-04 (срок эксплуатации 20 лет).

Из них модернизированы три национальных эталона единиц величин:
НЭ РБ 13-04 (модернизация завершена в 2013 году);
НЭ РБ 63-21 (завершена в 2021 году);
НЭ РБ 4-00 (завершена в апреле 2024 года).

В 2026 году будут модернизированы три национальных эталона единиц величин:

НЭ РБ 5-01;
НЭ РБ 7-01;
НЭ РБ 8-02.

Исходя из срока эксплуатации в модернизации нуждаются два национальных эталона единиц величин: НЭ РБ 11-03 и НЭ РБ 12-03. Однако в целом необходимо учитывать и другие важные факторы, влияющие на принятие решения о модернизации (например, реальную и прогнозируемую в будущем востребованность национальных эталонов единиц величин предприятиями Республики Беларусь).

При планировании развития эталонной базы необходимо учитывать не только приоритетные потребности в совершенствовании системы обеспечения единства измерений в Республике Беларусь, но и стратегические направления, разработанные Консультативным комитетом и рабочими группами Международного комитета по мерам и весам на основе анализа тенденций и прогнозов мировых потребностей в метрологической продукции и услугах.

Основными тенденциями развития эталонной базы республики являются:

создание новых национальных эталонов. Это необходимо для обеспечения точности измерений в различных отраслях экономики, таких как энергетика, машиностроение, медицина и другие.

повышение уровня метрологического обеспечения. Это включает в себя разработку новых методов и средств измерений, а также повышение квалификации персонала, работающего с эталонным оборудованием.

улучшение качества эталонного оборудования. Это достигается путем проведения регулярных проверок и калибровок, а также внедрения современных технологий производства.

расширение международного сотрудничества. Республик Беларусь принимает участие в международных проектах по созданию единых стандартов измерений, что позволяет повысить конкурентоспособность отечественной продукции на мировом рынке.

4.4 Состояние и перспективы воспроизведения основных единиц СИ

В современной Международной системе единиц (СИ) существует семь основных единиц величин:

единица времени;
единица длины;
единица массы;
единица электрического тока;
единица термодинамической температуры;
единица количества вещества;
единица силы света.

Ниже приведены физические принципы воспроизведения основных единиц СИ, а также используемые в мире методы и способы их воспроизведения, положенные в основу зарубежных национальных эталонов. Кроме того, указаны существующие национальные эталоны Республики Беларусь, используемые для воспроизведения основных единиц СИ и изложены имеющиеся перспективы их воспроизведения и возможные направления модернизации национальных эталонов.

Единица времени (секунда)

В Международной системе единиц (СИ) время выражено в секундах (с).

Первоначально секунда была определена как 86 400-я часть продолжительности среднего солнечного дня. Однако уже с 1967 года секунду выражают через частоту электромагнитного излучения магнитно-дипольного перехода в сверхтонком расщеплении основного состояния изотопа цезия ^{133}Cs .

В Республике Беларусь с 1995 года введен в эксплуатацию национальный эталон единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени НЭ РБ 1-95. Работа эталона основана на принципе работы активных водородных стандартов времени и частоты (водородных мазеров), заключающемся в излучении энергии атомами водорода. Другими словами, для точного измерения частоты колебаний (или для генерирования колебаний с достаточно стабильной частотой) в эталоне используются квантовые переходы атомов водорода из одного энергетического состояния в другое. В активных водородных мазерах квантовые переходы атомов и молекул непосредственно приводят к излучению электромагнитных волн, частота которых служит стандартом (или опорной частотой). Эталон воспроизводит единицу времени и единицу частоты (секунду и герц) с относительной погрешностью не более $5 \cdot 10^{-13}$.

К настоящему времени оборудование из состава эталона НЭ РБ 1-95 физически и морально устарело и назрела необходимость повышения точности воспроизведения единиц времени и частоты (относительная погрешность должна быть не более $1 \cdot 10^{-14}$).

Для решения этих проблем на ближайшие годы запланирована модернизация эталона НЭ РБ 1-95.

Единица длины (метр)

В Международной системе единиц (СИ) длина выражена в метрах (м).

Один метр (1 м) – это длина пути, пройденного светом в вакууме за интервал времени, равный $1/299792458$ секунды.

Классическое фундаментальное уравнение, положенное в основу определения метра, выражает непосредственную взаимосвязь между длиной l , интервалом времени Δt и скоростью света в вакууме c (константой, имеющей строго фиксированное значение $c = 299\,792\,458\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$).

Для определения расстояний в нанометровом или более меньшем диапазоне используют косвенные методы. Косвенный метод (или метод оптической интерферометрии) основан на реализации метра через длину плоской электромагнитной волны λ , распространяющейся в вакууме и имеющей частоту ν . Для реализации метода используют лазер. Частота и длина волны лазера должны быть известны через частоту сверхтонкого перехода стабильного изотопа цезия ^{133}Cs , определяющую секунду.

Однако в нанометровом диапазоне измерений возможность применения косвенного метода ограничена сложностью разделения интерференционных полос и периодическими нелинейностями. В таком случае в разных странах мира применяют вторичные методы, основанные на постоянстве межплоскостного расстояния кристаллической решетки кремния (это расстояние, измеренное со стандартной относительной неопределенностью $1,67 \cdot 10^{-8}$ при температуре $+22,5\text{ }^\circ\text{C}$ в условиях вакуума и равное $192,015\,571\,4 \cdot 10^{-12}\text{ м}$).

В настоящее время Республика Беларусь располагает восемью национальными эталонами единицы длины: НЭ РБ 12-03, НЭ РБ 31-18, НЭ РБ 38-18, НЭ РБ 45-18, НЭ РБ 47-18, НЭ РБ 48-18, НЭ РБ 53-19 и НЭ РБ 65-22.

Национальный эталон НЭ РБ 31-18, воспроизводящий диапазон от 0,1 до 100 мм, в настоящее время проходит модернизацию.

Чтобы сразу на несколько порядков повысить точность воспроизведения единицы длины вышеуказанными эталонами, есть возможность оснастить их установками, реализующими так называемую «оптическую гребенку», разработанную Джоном Холлом и Теодором Хэншем, за которую они в 2005 году получили Нобелевскую премию.

В настоящее время метр во всем мире воспроизводят с помощью лазера с известной длиной волны λ или частотой ν с относительной неопределенностью порядка 10^{-11} . При условии реализации «оптической гребенки» неопределенность можно сразу же снизить до 10^{-13} (или даже до 10^{-14}).

Единица массы (килограмм)

В Международной системе единиц (СИ) масса выражена в килограммах (кг).

В 1889 году килограмм был определен мировым метрологическим сообществом как масса международного прототипа в виде цилиндра, изготовленного из платиново-иридиевого сплава (она равна массе кубического дециметра чистой воды при ее температуре около 4 °С). Однако необратимые изменения массы прототипа со временем вынудили переопределить единицу массы. В настоящее время килограмм выражают через постоянную Планка $h = 6,626\ 070\ 15 \cdot 10^{-34}$ Дж·с ($\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$), частоту и скорость света в вакууме $c = 299\ 792\ 458$ м·с⁻¹.

Сегодня в мире существуют два независимых первичных метода, позволяющих реализовать определение килограмма:

метод определения неизвестного значения массы с помощью специально разработанных для данной цели электромеханических весов (теперь их называют весами Киббла);

эксперимент по определению плотности кристалла по данным рентгеноструктурного анализа, проводимый с целью определения числа Авогадро («эксперимент Авогадро»).

Международное распространение килограмма все еще возможно с помощью «набора исходных эталонов единицы массы» и рабочих эталонов Международного бюро мер и весов.

В Республике Беларусь имеется национальный эталон единицы массы в диапазоне от 1 мг до 1 кг НЭ РБ 15-05, воспроизводящий килограмм с помощью его национального прототипа, при этом суммарная стандартная неопределенность эталонной гири и гири класса точности E1 не превышает 25 мкг, а метрологическая прослеживаемость обеспечена до Государственного первичного эталона единицы массы ГЭТ 3-2020 (Российская Федерация, г. С.-Петербург). Такой точности воспроизведения килограмма, достаточно для удовлетворения всех потребностей отечественных предприятий. В связи с этим в модернизации национального эталона НЭ РБ 15-05 нет необходимости.

Единица электрического тока (ампер)

В Международной системе единиц (СИ) электрический ток выражен в амперах (А).

Один ампер (1 А) – это сила электрического тока, создаваемая потоком $1,60217663 \cdot 10^{19}$ элементарных зарядов в секунду.

В средствах измерений ампер может быть напрямую воспроизведен с помощью квантованных источников тока или измерителей тока, связывающих генерируемый ток. Косвенную реализацию ампера обеспечивают с использованием закона Ома и с помощью воспроизведения единицы напряжения (вольта) на основе эффекта Джозефсона и единицы электрического сопротивления (Ом) на основе квантового эффекта Холла.

В Республике Беларусь отсутствует национальный эталон единицы постоянного электрического тока – ампера. Вместо данного эталона существуют два национальных эталона единицы величины, воспроизводящих следующие единицы:

напряжение – вольт (НЭ РБ 10-02);

электрическое сопротивление (НЭ РБ 29-16).

Ампер воспроизводят с использованием закона Ома путем передачи единиц вольта и Ома от эталонов НЭ РБ 10-02 и НЭ РБ 29-16, при этом относительная неопределенность воспроизведения ампера составляет порядка 10^{-7} . Такой уровень точности воспроизведения ампера до сих пор соответствует мировому уровню. Таким образом, национальные эталоны НЭ РБ 10-02 и НЭ РБ 29-16 в модернизации не нуждаются.

Единица термодинамической температуры (кельвин)

В Международной системе единиц (СИ) термодинамическую температуру выражают в кельвинах (К).

Один кельвин (1 К) – это такое изменение термодинамической температуры, при котором изменение тепловой энергии равно $1,380\ 649 \cdot 10^{-23}$ Дж.

До 2018 года во всем мире кельвин выражали через тройную точку воды (точнее, как $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды). В настоящее время кельвин определен через производную единицу Международной системы единиц (СИ) – Джоуль.

Новое всемирно признанное определение единицы Кельвин берет свое начало из статистической механики, где термодинамическая температура – это мера средней тепловой энергии, приходящейся на степень свободы в системе.

В настоящее время все используемые в мире первичные термометры позволяют реализовать Кельвин при любой температуре T , основываясь на постоянной Больцмана $k = 1,380\ 649 \cdot 10^{-23}$ кг·м²·с⁻²·К⁻¹ и физической теории. Однако такие термометры сложны в эксплуатации, поэтому по решению ГКМВ в 1990 году была принята практическая международная температурная шкала (МТШ-90), которая все еще используется. МТШ-90 представлена несколькими реперными точками и процедурами измерений, позволяющими производить интерполяцию между точками. МТШ-90 охватывает диапазон от 0,65 К до самой высокой температуры, которую можно достичь с помощью термометрии излучения, применяя закон Планка. Для диапазона от 0,902 мК до 1 К во всем мире применяют временную низкотемпературную шкалу (ВНТШ-2000), основанную на кривой давления при плавлении изотопа гелия ³He.

Реализация единицы Кельвин через тройную точку воды возможна с относительной погрешностью порядка 10^{-7} . При реализации через

постоянную Больцмана k погрешность составляет порядка 10^{-6} , при этом единица Кельвин уже не зависит от конкретной температуры, что позволяет реализовать его при крайне низких или очень высоких температурах.

В Республике Беларусь существует национальный эталон единицы температуры – кельвина НЭ РБ 2-95, предназначенный для реализации МТШ-90 в диапазоне от минус 38,8344 °С до плюс 961,78 °С. Кельвин реализован специальными методами фазовых переходов реперных точек в термостатирующих устройствах, стабилизации термометров сопротивления в данных реперных точках и измерения отношения сопротивлений высокопрецизионным мостом переменного тока. Национальный эталон НЭ РБ 2-95 содержит ампулы следующих реперных точек:

- тройной точки ртути (–38,8344 °С);
- тройной точки воды (+0,01 °С);
- точки плавления галлия (+29,7646 °С);
- точки затвердевания индия (+156,596 °С);
- точки затвердевания олова (+231,928 °С);
- точки затвердевания цинка (+419,527 °С);
- точки затвердевания алюминия (+660,323 °С);
- точки затвердевания серебра (+961,78 °С).

Во всех реперных точках, а также во всем вышеуказанном диапазоне абсолютная стандартная неопределенность варьируется в зависимости от температуры в диапазоне от 0,05 до $1,28 \cdot 10^{-3}$ К.

В настоящее время национальный эталон НЭ РБ 2-95 проходит модернизацию, которая должна завершиться в 2025 году.

Единица количества вещества (моль)

В Международной системе единиц (СИ) единицу количества вещества выражают в молях (моль).

Количество вещества (моль) – это величина, используемая для определения количества элементов или химических соединений, участвующих в химической реакции.

С 1971 года единица моль – это количество вещества системы, содержащее столько ее структурных элементов, сколько несвязанных атомов содержится в 12 граммах углерода.

С 2019 года один моль (1 моль) – это количество вещества системы, содержащей $6,022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ структурных элементов определенного типа.

Указанное число является строго фиксированным и называется постоянной Авогадро N_A .

Наиболее распространенными в мире и приспособленными для регулярного применения способами реализации единицы моль являются:

гравиметрический метод;
метод, основанный на решении уравнения состояния газов;
метод электролиза.

Наибольшее распространение в странах мира получил гравиметрический метод (поскольку измерение массы образца представляет собой относительно простой и точный процесс). Если взвешиваемый образец изготовлен из вещества, приписанная массовая доля которого (традиционно называемая «чистотой» вещества) известна с достаточно малой неопределенностью, то относительная стандартная неопределенность измерения может быть даже меньше $1 \cdot 10^{-6}$. Однако в большинстве случаев для чистых органических или неорганических веществ эта неопределенность будет не менее $1 \cdot 10^{-4}$, так как неопределенность приписанных значений массовой доли оказывается довольно большой.

В настоящее время в Республике Беларусь существуют национальные эталоны единиц величин:

единицы молярной доли компонентов в газовых смесях НЭ РБ 13-04;

единицы молярной доли компонентов природного газа в газовых смесях НЭ РБ 16-08;

единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов SO_2 , NO , NO_2 , H_2S , CO_2 (эталон НЭ РБ 18-10);

единиц молярной и массовой концентрации компонентов сжиженных углеводородных газов НЭ РБ 22-13.

Национальный эталон НЭ РБ 13-04 обеспечивает определение молярной доли основного вещества в чистых исходных газах (H_2 , CO , CH_4 , O_2 , N_2 и других) с относительной расширенной неопределенностью в среднем $5 \cdot 10^{-4}$ (при $k = 2$ и $P = 0,95$).

Национальный эталон НЭ РБ 16-08 позволяет определять молярную долю компонентов в метане, этане, изобутане, пропане, азоте и других газах с относительной расширенной неопределенностью в диапазоне от $3 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ (при $k = 3$ и $P = 0,99$).

Национальный эталон НЭ РБ 18-10 обеспечивает определение молярной доли опасных компонентов с относительной расширенной неопределенностью в среднем $1 \cdot 10^{-2}$ (при $k = 3$ и $P = 0,99$).

Национальный эталон НЭ РБ 22-13 позволяет определять молярную долю компонентов сжиженных углеводородных газов (C_2H_6 , C_3H_8 и некоторых других) в эталонных газовых смесях с относительной расширенной неопределенностью в среднем около $1,2 \cdot 10^{-2}$ (при $k = 2$ и $P = 0,95$).

Сегодня в Республике Беларусь полностью отсутствует потребность в модернизации существующих национальных эталонов при установлении молярной доли веществ или компонентов в газах и газовых смесях.

Национальные эталоны НЭ РБ 13-04, НЭ РБ 16-08, НЭ РБ 18-10 и НЭ РБ 22-13 работоспособны, постоянно поддерживаются в исправном состоянии и еще не выработали свой фактический ресурс и модернизация указанных эталонов не запланирована.

В настоящее время прорабатывается вопрос о создании в срок до 2030 года эталонной установки, необходимой для поверки/калибровки всех эксплуатируемых в Республике Беларусь генераторов спиртосодержащих воздушных смесей, используемых для поверки алкотестеров. Теоретически возможно включение установки в состав эталона НЭ РБ 13-04 или НЭ РБ 16-08 и в случае принятия такого решения один из этих национальных эталонов будет модернизирован до 2030 года.

Единица силы света (кандела)

В Международной системе единиц (СИ) силу света в заданном направлении выражают в канделах (кд).

Одна кандела (1 кд) – это сила света источника в заданном направлении, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц и имеющего силу, составляющую в том же направлении $1/683$ Вт/ср.

Практическая реализация фотометрических единиц (силы света, яркости, освещенности и др.) в разных странах мира основана на реализации радиометрической единицы, а также на использовании функции спектральной световой эффективности (т. е. спектрального взвешивания) и определяющей константы K_{cd} на частоте излучения $540 \cdot 10^{12}$ Гц. В настоящее время наименьшая неопределенность реализации фотометрических единиц достигается при использовании детекторного метода. В будущем наиболее точным может стать метод, основанный на абсолютном излучателе (или на подсчете фотонов).

Наиболее распространенный в мире детекторный метод основан на измерении светового потока стандартного источника света при определенной геометрической конфигурации на первичном фотометре, весовая функция которого приближена к функции световой эффективности.

Наиболее распространенный в мире метод реализации канделы (кд) – использование стандартной лампы, конструкция которой адаптирована для оптимального излучения в определенном направлении. Источник света (нить накала) располагают на таком расстоянии относительно апертуры детектора, чтобы источник можно было считать точечным. В случае стандартной лампы с вольфрамовой нитью (наиболее часто используемый тип стандартной лампы), как правило, задают такие значения электрических параметров эксплуатации лампы, при которых ее излучение

близко к излучению стандартизованного источника типа А, то есть излучение имеет такое же относительное спектральное распределение энергии, как и излучение абсолютно черного тела при температуре приблизительно 2856 К.

В подавляющем большинстве случаев в мировой практике канделу реализуют одним из двух методов:

методом, основанным на полихроматическом излучателе достаточно малых размеров, у которого поле излучения в определенном направлении близко к изотропному;

методом на основе эталонного измерителя освещенности, перед апертурой которого установлен фильтр, приводящий спектральную чувствительность детектора в соответствие со стандартной функцией спектральной световой эффективности.

В первом методе обычно используют лампу накаливания, которая по относительному спектральному распределению мощности близка к стандартному источнику излучения типа А. Для реализации канделы требуется измерить спектральную энергетическую силу света источника в заданном направлении. Измерение выполняют при достаточно большом расстоянии, используя средства одного из двух видов:

набор фильтров-радиометров, откалиброванных по энергетической освещенности на нескольких дискретных длинах волн в диапазоне видимого света от 360 до 830 нм;

спектрорадиометр с подходящим диспергирующим элементом, откалиброванный по энергетической освещенности абсолютным методом.

Во втором методе для измерителя освещенности требуется калибровка по освещенности относительно абсолютного радиометра. Методика калибровки в большинстве случаев включает измерение абсолютной спектральной чувствительности к энергетической освещенности на дискретных длинах волн методом сравнения с абсолютным радиометром, а также с другими эталонными детекторами (кремниевый трап-детектор, фотодиоды с расчетной квантовой эффективностью).

В Республике Беларусь существует национальный эталон единицы силы света и освещенности НЭ РБ 8-02, предназначенный для воспроизведения единиц силы света, освещенности, яркости, координат цветности и коррелированной цветовой температуры. Относительная расширенная неопределенность реализации силы света составляет $8 \cdot 10^{-3}$. В настоящее время проводится модернизация эталона НЭ РБ 8-02.

4.5 Решение кадровых проблем системы обеспечения единства измерений

Для решения данной задачи необходима разработка комплексной системы, обеспечивающей в краткосрочной перспективе постоянное повышение квалификации молодых кадров, а в долгосрочной перспективе - интегрирование молодых кадров высшей квалификации в метрологические службы организации. Кроме того, целесообразно комплектование государственной метрологической службы специалистами с высшим образованием в области физики, приборостроения, радиоэлектроники, ядерной физики, микроэлектроники, химии. Актуальным также является сотрудничество с институтами Национальной академии наук Республики Беларусь в разработке и модернизации национальных эталонов единиц величин.

4.6 Сохранение устойчивого положения на международном уровне в области метрологии

В области международной деятельности приоритетом является повышение конкурентоспособности белорусской продукции на мировом рынке. В связи с этим целесообразным является активное развитие международных связей в области метрологии.

Для сохранения устойчивого положения на международном уровне в области метрологии необходимо придерживаться следующих положений:

- постоянное обновление и модернизация национальной эталонной базы Республики Беларусь позволит поддерживать высокий уровень точности измерений для соответствия международных стандартов;

- проведение сличений национальных эталонов единиц величин с другими странами, что позволит оценить точность и надежность национальной эталонной базы Республики Беларусь и выявить возможные проблемы в обеспечении единства измерений;

- развитие работ по направлению научных исследований в области метрологии, что позволит разработать новые методы и технологии проведения измерений или улучшить существующие;

- участие в деятельности международных метрологических организаций, что позволит обмениваться опытом и знаниями с другими странами, а также обеспечит признание и доверие к национальной метрологической системе;

- подготовка высококвалифицированных специалистов в области метрологии, что обеспечит стабильность и качество работы национальной метрологической системы.

5. Мероприятия по реализации Концепции развития эталонной базы Республики Беларусь

Развитие эталонной базы Республики Беларусь тесно связано с потребностями реального сектора экономики Республики Беларусь, поскольку именно промышленные предприятия являются основными пользователями эталонов единиц величин. Основными целями развития эталонной базы Республики Беларусь, направленными на поддержку и развитие реального сектора экономики Республики Беларусь, являются:

повышение точности и стабильности национальных эталонов единиц величин для обеспечения высокого качества промышленной продукции;

разработка новых национальных эталонов единиц величин для поддержки инновационных технологий и создания новых видов продукции;

обеспечение соответствия национальных эталонов единиц величин международным стандартам, чтобы облегчить экспорт продукции и интеграцию в мировой рынок;

подготовка квалифицированных кадров и проведение научных исследований для решения актуальных проблем промышленности;

внедрение цифровых технологий для автоматизации и оптимизации производственных процессов.

В рамках следующей подпрограммы «Эталоны Беларуси» ГНТП «Национальные эталоны и высокотехнологичное исследовательское оборудование» на 2026-2030 годы планируется провести:

Модернизацию следующих национальных эталонов единиц величин:

НЭ РБ 1-95 Национальный эталон единиц: времени – секунды, частоты – герца и шкалы времени;

НЭ РБ 13-04 Национальный эталон единицы молярной доли компонентов в газовых смесях;

НЭ РБ 18-10 Национальный эталон единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов SO_2 , NO , NO_2 , H_2S , CO_2 в части воспроизведения единицы молярной доли аммиака (NH_3) в азоте/воздухе;

НЭ РБ 23-14 Национальный эталон единицы теплопроводности;

НЭ РБ 25-15 Национальный эталон единиц средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконнооптических систем связи и передачи информации (ВОСП).

Создание следующих национальных эталонов единиц величин:

Национального эталона единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне;

Национального эталона единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне.

Также рассматривается вопрос создания эталонной установки/

национального эталона единиц величин, предназначенного для проведения поверки/калибровки генераторов спиртосодержащих воздушных смесей, используемых для поверки приборов для измерения концентрации паров алкоголя в выдыхаемом воздухе.

По итогам завершения заданий, выполняемых в рамках подпрограммы «Эталоны Беларуси» 2021-2025 и 2026-2030 годы, планируется увеличить количество национальных эталонов единиц величин до 70-73 единиц.

Мероприятия по реализации Концепции, сроки и этапы их выполнения, устанавливаются в Плане мероприятий по реализации Концепции развития эталонной базы Республики Беларусь.