

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРОГНОЗ
ПОТРЕБНОСТЕЙ ЭКОНОМИКИ И ОБЩЕСТВА В ИЗМЕРЕНИЯХ
НА 2020 – 2025 ГОДЫ

Москва 2019

Аннотация

Развитие системы обеспечения единства измерений в интересах экономики и общества должно основываться на достоверных знаниях потребностей государства, бизнеса и общества в измерениях.

В качестве исходных данных для представляемого прогноза потребностей экономики и общества в измерениях в период до 2025 года использовались: результаты опроса федеральных органов исполнительной власти, предприятий и организаций промышленности, государственных региональных центров метрологии, государственных научных метрологических институтов; результаты анализа отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики, стратегических документов Международного бюро мер и весов, а также информация, содержащаяся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Методология разработки прогноза включает в себя методы анализа слабоструктурированной информации, методы прогнозирования состояния слабоформализуемых сложных динамических систем в условиях неопределенности. При подготовке прогноза проведена оценка состояния измерений в Российской Федерации.

Разработанный прогноз содержит:

основные направления развития экономики и общества, требующие совершенствования измерительных технологий;

прогнозную оценку востребованности измерений, классифицированных по видам измерений на 2020 - 2025 годы;

прогнозные оценки потребностей на 2020 - 2025 годы в средствах измерений, стандартных образцах, эталонах единиц величин, включая государственные первичные эталоны, аттестованных методиках (методах) измерений, классифицированные по критическим технологиям и видам измерений.

Содержание

№ раздела	Наименование	№ страницы
	Обозначения и сокращения	6
1	Роль и место измерений в стране. Система обеспечения единства измерений. Важность измерений	7
1.1	Описание системы обеспечения единства измерений Российской Федерации, сложившейся к настоящему времени в Российской Федерации, ее цели и задачи	7
1.1.1	Цели государственного регулирования обеспечения единства измерений	8
1.1.2	Задачи системы обеспечения единства измерений	10
1.2	Краткие сведения об организации и условиях функционирования системы обеспечения единства измерений. Роль и место измерений в системе обеспечения единства измерений. Общая характеристика важности измерений для развития экономики и социальной сферы	11
2	Значение и роль прогнозируемых потребностей в измерениях в развитии промышленности, торговли и социальной сферы по оценке МКМВ	24
2.1	Устойчивая конкурентоспособность и инновации	24
2.2	Потребность в инновационных эталонах и методах измерений	28
2.3	Специфические потребности в измерениях отдельных секторов экономики и общества. Влияние на торговлю и общество	33
2.4	Общие выводы и рекомендации МБМВ	39
2.5	Сопоставление прогнозов МКМВ о потребностях в измерениях с потребностями в измерениях национальных проектов Российской Федерации	41
3	Подходы и методы оценки потребностей в измерениях	45
3.1	Содержание и порядок осуществления работ по разработке прогноза потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы	45
3.2	Концепция разработки прогноза потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы	45
3.3	Предложения по совершенствованию подходов и методов оценки прогнозирования потребности в измерениях	51

4	Результаты анализа состояния измерений в Российской Федерации	56
4.1	Анализ результатов опроса, проведенного Росстандартом и Минпромторгом России	56
4.1.1	Область деятельности респондентов	56
4.1.2	Соотношение калибровочных работ к поверочным	60
4.1.3	Доля применяемых утвержденных типов средств измерений (СИ), типов стандартных образцов (СО) и эталонов отечественного производства	61
4.1.4	Востребованность видов измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и их влияние на критические технологии	63
4.1.5	Обеспеченность стандартными образцами и методиками измерений	69
4.1.6	Выводы по анализу результатов опроса, проведенного Росстандартом и Минпромторгом России	69
4.2	Обобщенные результаты анализа отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики	85
4.2.1	Анализ тенденций развития науки и техники в Российской Федерации и формирование требований к развитию системы обеспечения единства измерений в Российской Федерации	85
4.2.2	Обобщенные результаты анализа отраслевых документов	90
4.2.3	Результаты анализа государственных программ Российской Федерации	103
4.2.4	Выводы по результатам анализа отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики	108
4.3	Результаты анализа информации, содержащейся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в период с 2014 по 2018 гг.	110
5	Результаты прогноза потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 - 2025 годы	117
5.1	Прогноз основных направлений развития экономики и общества, требующих совершенствования измерительных технологий	117
5.2	Прогноз востребованности измерений по видам измерений	120
5.3	Прогноз потребностей в средствах измерений	123

5.4	Прогноз потребностей в стандартных образцах	128
5.5	Прогноз потребностей в эталонах единиц величин	128
5.6	Прогноз потребностей в аттестованных методиках (методах) измерений	137
5.7	Выводы по прогнозу потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 - 2025 годы	138
Приложение 1.	Опросный лист	142
Приложение 2.	Новые измерительные задачи	151
Приложение 3.	Прогнозируемые метрологические характеристики эталонов единиц величин	177
Приложение 4.	Прогнозируемые метрологические характеристики новых и совершенствуемых ГПЭ	181

Обозначения и сокращения

ФОИВ	Федеральный орган исполнительной власти
МОЗМ	Международная организация законодательной метрологии
ГНМИ	Государственный научный метрологический институт
ГРЦМ	Государственный региональный центр метрологии
ГПЭ	Государственный первичный эталон
МКМВ	Международный комитет по мерам и весам
Прогноз	Прогноз потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы
Дорожная карта	Дорожная карта по выполнению Плана мероприятий по реализации Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года
МБМВ	Международное бюро мер и весов
ЕИКП	Единое информационно-коммуникационное пространство
ОПК	Оборонно-промышленный комплекс
СИ	Средство измерений
СО	Стандартный образец
ИС	Измерительные системы
ГМО	Генно-модифицированные организмы

1 Роль и место измерений в стране. Система обеспечения единства измерений. Важность измерений

1.1 Описание системы обеспечения единства измерений Российской Федерации, сложившейся к настоящему времени в Российской Федерации, ее цели и задачи

Обеспечение единства измерений – деятельность, направленная на установление и применение научных, правовых, организационных и технических основ, правил, норм и средств, необходимых для достижения состояния измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин или в значениях по установленным шкалам измерений, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Система обеспечения единства измерений – это совокупность субъектов, норм, средств и видов деятельности, предназначенная для обеспечения единства измерений.

В системе обеспечения единства измерений законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений определена сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений. Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений – это сфера деятельности, в которой управление субъектами, нормами, средствами и видами деятельности по обеспечению единства измерений в Российской Федерации осуществляется на основании нормативных правовых актов, принятых в установленном порядке.

Деятельность по обеспечению единства измерений реализуется, как в областях деятельности, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, так и вне этой сферы.

Участниками деятельности по обеспечению единства измерений в Российской Федерации являются:

- высшие органы государственной власти;
- ФОИВ;
- юридические лица и индивидуальные предприниматели;

- общественные организации и объединения.

Деятельность по обеспечению единства измерений осуществляется в соответствии с:

- Конституцией Российской Федерации;
- Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений»;
- указами Президента Российской Федерации, нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации и ФОИВ;
- национальными, межгосударственными, международными и региональными документами по стандартизации, принимаемыми в установленном порядке;
- иными организационными и методическими документами, принимаемыми Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, ФОИВ, юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, общественными организациями и объединениями.

Совокупность всех организационных элементов и видов деятельности, связанных с решением задач по обеспечению единства измерений, объединяются в следующие подсистемы:

- научную (фундаментальную и прикладную);
- правовую;
- организационную;
- нормативно-методическую;
- информационную;
- техническую.

1.1.1 Цели государственного регулирования обеспечения единства измерений

Цели государственного регулирования обеспечения единства измерений определены статьей 1 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений»:

- 1) установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;

2) защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

3) обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;

4) содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу.

Правовые основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации установлены законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, другими федеральными законами, регулирующими отношения в области обеспечения единства измерений, а также принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений обеспечивается государственным регулированием в области обеспечения единства измерений, осуществляемой в следующих формах:

- 1) утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений;
- 2) поверка средств измерений;
- 3) метрологическая экспертиза;
- 4) федеральный государственный метрологический надзор;
- 5) аттестация методик (методов) измерений;
- 6) аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений.

Обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны

окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности достигается обеспечением единства измерений в стране, применением аттестованных эталонов единиц величин и методик измерений, стандартных образцов и средств измерений утвержденных типов, с выражением результатов измерений в узаконенных единицах величин.

Содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу обеспечивается получением объективных, достоверных, требуемой точности и сопоставимых результатов измерений, метрологической экспертизой проектов нормативных правовых актов Российской Федерации, стандартов, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, содержащих требования к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений.

1.1.2 Задачи системы обеспечения единства измерений

Задачи системы обеспечения единства измерений в соответствии с поставленными целями формулируются с учетом задач и приоритетов социально-экономического развития Российской Федерации, обеспечения ее обороноспособности и национальной безопасности, приведенных в документах стратегического планирования Российской Федерации.

Основными задачами системы обеспечения единства измерений являются:

- разработка оптимальных принципов управления деятельностью по обеспечению единства измерений;
- установление системы единиц величин, допускаемых к применению на территории Российской Федерации;
- организация и проведение фундаментальных научных исследований;
- создание и обеспечение функционирования системы передачи единиц величин и шкал измерений;
- установление требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений, соблюдение которых

гарантирует получение результатов измерений с заданными показателями точности и др.

Система обеспечения единства измерений аналогична другим элементами инфраструктуры экономики, таким как, например, транспорт, электроэнергетика, связь, которые необходимы для производства промышленной продукции, товарообмена, а также при реализации государственных функций, таких как налогообложение, оборона и безопасность.

При этом в соответствии со статьей 1 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, выполняемые при осуществлении многих видов деятельности, относящихся к инфраструктурным элементам экономики.

Таким образом, система обеспечения единства измерений Российской Федерации, сложившаяся к настоящему времени, представляет собой структуру, органично дополняющую государственную инфраструктуру, реализующую конкретные цели и задачи, без которых производство материальных благ невозможно.

1.2 Краткие сведения об организации и условиях функционирования системы обеспечения единства измерений. Роль и место измерений в системе обеспечения единства измерений. Общая характеристика важности измерений для развития экономики и социальной сферы

Научной основой обеспечения единства измерений является метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, а также способах достижения требуемой точности. К числу основных проблем обеспечения единства измерений относятся единицы величин, методы и средства измерений, методы определения точности измерений, эталоны,

методы передачи размеров единиц от эталонов единиц величин средствам измерений.

Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» установлены правовые основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, определены сфера и формы государственного регулирования, установлены требования к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений. Ряд вопросов обеспечения единства измерений регулируется положениями Федерального закона «О техническом регулировании», Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации» и Федерального закона «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».

Вопросы обеспечения единства измерений регулируются также рядом международных документов, регламентирующих деятельность в области обеспечения единства измерений, подписанными и признаваемыми Российской Федерацией. К ним относятся Международная метрическая конвенция 1875 года, документы МОЗМ, а также разделы Договора о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г., регламентирующие вопросы проведения согласованной политики в области обеспечения единства измерений в государствах – членах Евразийского экономического союза (приложение № 10 к Договору), и принятые во исполнение указанного приложения акты Евразийской экономической комиссии.

Организационную основу системы обеспечения единства измерений составляют:

- уполномоченный Правительством Российской Федерации ФОИВ, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации;

- уполномоченный Правительством Российской Федерации ФОИВ, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг, управлению

государственным имуществом и федеральному государственному метрологическому надзору в области обеспечения единства измерений – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии;

- уполномоченный Правительством Российской Федерации ФОИВ, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере аккредитации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в национальной системе аккредитации, безопасности процессов производства – Министерство экономического развития Российской Федерации;

- уполномоченный Правительством Российской Федерации ФОИВ, осуществляющий функции по формированию единой национальной системы аккредитации и осуществлению контроля за деятельностью аккредитованных лиц, а также осуществляющий функции национального органа Российской Федерации по аккредитации – Федеральная служба по аккредитации;

- территориальные органы Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, осуществляющие федеральный государственный метрологический надзор;

- подведомственные Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии ГНМИ и ГРЦМ;

- Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, руководство которыми осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии;

- метрологическая служба Вооруженных Сил Российской Федерации, метрологические службы ФОИВ, осуществляющих деятельность в области обороны и безопасности государства, метрологические воинские части и подразделения;

- метрологические службы объединений юридических лиц, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;

- юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные на выполнение работ и оказание услуг в области обеспечения единства измерений.

Нормативно-методическую основу системы обеспечения единства измерений составляют международные, межгосударственные, региональные и национальные документы по стандартизации, методические документы ГНМИ, аттестованные методики измерений, установленные при утверждении типа средств измерений методики поверки.

Нормативно-методическая подсистема решает следующие задачи по обеспечению единства измерений:

- установление общих метрологических норм и правил, соблюдение которых является необходимым условием обеспечения единства измерений и обеспечения сопоставимости и совместимости результатов измерений, испытаний и контроля;

- установление требований к эталонам единиц величин, средствам измерений, методикам измерений, испытаний, контроля, методикам поверки и калибровки средств измерений, аттестации испытательного оборудования и других требований, соблюдение которых гарантирует получение результатов измерений, испытаний и контроля с требуемыми показателями точности;

- предоставление стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;

- установление целей методов и организации проведения метрологической экспертизы документов;

- определение задач и порядка осуществления информационной поддержки работ по обеспечению единства измерений и другие.

Информационную основу системы обеспечения единства измерений составляет Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные документы, информационные базы данных, международные документы, международные договоры Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, сведения об аттестованных методиках (методах) измерений, единый перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, сведения о государственных эталонах единиц величин, применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, сведения об утвержденных типах стандартных образцов или типах средств измерений, сведения о результатах поверки средств измерений образуют Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Техническую основу системы обеспечения единства измерений составляют: эталонная база Российской Федерации и эксплуатируемый парк средств измерений и стандартных образцов.

Эталонная база Российской Федерации включает в себя совокупность ГПЭ, которые воспроизводят единицы величин с наивысшей точностью, достижимой при существующих научно-технических возможностях в данной области измерений и других государственных эталонов. Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» в настоящее время к составу эталонной базы Российской Федерации не отнесены эталоны юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. При этом, более 90 тысяч утвержденных и зарегистрированных эталонов юридических лиц и индивидуальных предпринимателей существенно дополняют эталонную базу страны и способствуют решению задач по передаче единиц величин огромному парку применяемых средств измерений, обеспечивая прослеживаемость каждого результата измерений к соответствующему ГПЭ единицы величины.

Состав и научно-технический уровень эталонной базы Российской Федерации охватывает все области измерений и обеспечивает решение

большинства практических задач промышленности, обороны и безопасности государства и экономики в целом.

Общее количество стандартных образцов, используемых в Российской Федерации, составляет более 10 млн. экземпляров, из них более 3 млн. – стандартные образцы утвержденного типа, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Основные потребители стандартных образцов - испытательные, калибровочные, поверочные, диагностические лаборатории организаций и предприятий различных отраслей (экологический мониторинг, контроль чрезвычайных ситуаций, здравоохранение, оборонно-промышленный комплекс).

В настоящее время общее количество средств измерений в Российской Федерации составляет около 1,5 млрд. единиц, из них около 150 млн. единиц применяется в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

В результате развития наукоемких отраслей промышленности, реформы жилищно-коммунального хозяйства и прироста производства в связанных с ними областях экономики востребованность в средствах измерений по отдельным видам измерений в 2008-2015 годах увеличивалась на 10 – 15 млн. единиц в год.

Количество ежегодно утверждаемых в стране новых типов средств измерений составляет около 3500.

Значительно увеличилось количество средств измерений, применяемых в торговле и учетно-расчетных операциях. Резко расширяется номенклатура с одновременным увеличением количества средств измерений, применяемых в цифровой связи. Происходят изменения в структуре парка средств измерений, используемых в интересах агропромышленного комплекса.

Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применении

стандартных образцов, средств измерений, методик (методов) измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, в том числе при выполнении работ и оказании услуг по обеспечению единства измерений.

Государством выделены сферы национальной экономики, в которых государство принимает на себя ответственность за обеспечение единства измерений и осуществляет непосредственное регулирование. К деятельности в этих сферах, перечень которых определен статьей 1 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений», устанавливаются обязательные метрологические требования. При этом данным Федеральным законом установлено, что ФОИВ, осуществляющие нормативно-правовое регулирование в указанных сферах деятельности, определяют виды измерений, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, и устанавливают к ним обязательные метрологические требования.

ФОИВ к настоящему времени определены и установлены обязательные метрологические требования к более, чем 400 измерениям. Предприятия и организации, осуществляющие измерения в указанных сферах деятельности, должны соблюдать обязательные метрологические требования к таким измерениям.

Таким образом, конечными пользователями системы обеспечения единства измерений являются субъекты экономической деятельности, функционирование которых в отсутствие системы обеспечения единства измерений было бы невозможно.

Система обеспечения единства измерений обеспечивает надежное и эффективное функционирование, в том числе в таких областях деятельности, как здравоохранение, охрана окружающей среды, обеспечение безопасных условий и охраны труда, выполнение государственных учетных операций, учет количества энергетических ресурсов, обеспечение обороноспособности и

безопасности государства.

Система обеспечения единства измерений учитывает также приоритеты и задачи социально-экономического развития Российской Федерации, приведенные в документах стратегического планирования Российской Федерации.

К общеэкономическим задачам относятся:

- создание сети территориально-производственных кластеров, реализующих конкурентный потенциал территорий;
- укрепление международных позиций Российской Федерации; расширение использования преимуществ международной интеграции;
- расширение Евразийского экономического союза, учрежденного Договором о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г., включая гармонизацию законодательства и правоприменительной практики.

В области социально-экономического развития Российской Федерации основными приоритетами являются повышение конкурентоспособности национальной экономики, улучшение качества жизни российских граждан путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения.

Важнейшим приоритетом является формирование национальной инновационной системы, включающей:

- интегрированную с высшим образованием систему научных исследований и разработок, развитие внутрифирменной (корпоративной) науки, в том числе путем расширения ее доступа к уникальному научному оборудованию в рамках поддерживаемой государством инфраструктуры (центры коллективного пользования);
- обеспечение экономики высокопрофессиональными кадрами.

В сфере промышленности приоритетами являются:

- формирование мощного научно-технологического комплекса, обеспечивающего лидерство Российской Федерации в научных исследованиях и технологиях по приоритетным направлениям, формирование центров глобальной компетенции в промышленности, в сфере интеллектуальных услуг

и других секторах экономики, в том числе в кооперации с ведущими мировыми производителями, выход на мировые рынки с новыми высокотехнологичными продуктами;

- модернизация высокотехнологичных отраслей экономики с помощью интенсивного технологического обновления массовых производств на базе новых энерго- и ресурсосберегающих экологически безопасных технологий.

В сфере здравоохранения приоритетами являются: повышение качества и доступности медицинского обслуживания за счет использования перспективных информационных и телекоммуникационных технологий, достижений в области фармацевтики, биотехнологий и нанотехнологий.

В сфере энергетической безопасности приоритетами являются:

- преодоление дефицита энергетических мощностей (в генерации и передаче электроэнергии), внедрение ресурсосберегающих технологий в электроэнергетике, использование экологически чистых, возобновляемых источников энергии;

- широкомасштабное повышение энергоэффективности, распространение высокоинтегрированных интеллектуальных системообразующих и распределительных электрических сетей нового поколения, способствующих превращению энергосети из "пассивного" устройства передачи электроэнергии в "активный" элемент управления режимами работы.

В сфере экологии приоритетами являются:

- создание системы нормирования допустимого воздействия вредных факторов на окружающую среду и их снижение до уровней, соответствующих наилучшим доступным технологиям, введение юридически обязывающих ограничений на выбросы углекислого газа;

- создание технологий дистанционной оценки состояния экосистем; повышение экологических требований к зданиям и сооружениям, к продуктам питания, к потребительским товарам, к экологичности транспортных средств, к отходам.

Для достижения стратегических целей национальной обороны требуются обеспечение современными видами вооружения, военной и специальной техники, модернизация оборонно-промышленного комплекса, в том числе на основе технологий двойного назначения, включая технологическое обновление таких секторов, как машиностроение, автомобилестроение, станкостроение, приборостроение, судостроение, авиастроение, ракетостроение, которые имеют решающее значение для повышения технологического уровня промышленности и обеспечения импортозамещения.

Обеспечение национальной безопасности государства в чрезвычайных ситуациях достигается путем развития единой государственной системы мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ее интеграции с аналогичными зарубежными системами.

Приведенные выше приоритеты и задачи социально-экономического развития Российской Федерации позволяют определить основные направления развития и приоритеты системы обеспечения единства измерений, к которым относятся:

- создание механизма прогнозирования потребностей экономики и общества в измерениях;
- обновление законодательства Российской Федерации в области обеспечения единства измерений для его соответствия потребностям общества и государства;
- развитие эталонной базы Российской Федерации;
- развитие метрологического обеспечения в области обороны и безопасности государства;
- развитие Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах

веществ и материалов в соответствии с современными потребностями экономики;

- повышение уровня метрологического обеспечения приоритетных направлений развития науки, технологий и техники;

- повышение уровня информатизации и автоматизации функционирования системы обеспечения единства измерений, включая выполняемые работы и услуги;

- решение задач по импортозамещению в части производства средств измерений, стандартных образцов, эталонов;

- решение кадровых проблем системы обеспечения единства измерений.

В сферах национальной экономики, не относящихся к области государственного регулирования обеспечения единства измерений, государство создает необходимые условия для самостоятельной деятельности хозяйствующих субъектов по обеспечению единства измерений.

Современная наука и производство насыщены средствами измерений, показатели точности которых характеризуют уровень развития науки и производства. То же можно сказать о таких высокотехнологичных видах деятельности, как транспорт, энергетика, медицина, сфера обеспечения обороноспособности и безопасности государства.

На современной постиндустриальной инновационной стадии развития общества результаты измерений, выполняемых с наилучшей возможной точностью, используются на всех стадиях жизненного цикла любой высокотехнологичной продукции, начиная от проектирования и заканчивая утилизацией. Точность и разнообразие измерений определяют и характеризуют уровень развития науки, промышленности, здравоохранения, энергетики, транспорта, обороноспособности, что обуславливает необходимость опережающего развития системы обеспечения единства измерений. Опыт передовых стран показывает, что опережающее развитие системы обеспечения единства измерений как одной из наиболее высокотехнологичных сфер экономики оказывает стимулирующее

воздействие на развитие других ее элементов.

Развитие экономики промышленно развитых стран, к которым относится Российская Федерация, невозможно без повышения эффективности производства и производительности труда. Основным направлением для обеспечения этих факторов является переход к инновационной экономике, основанной на развитии науки и широком внедрении ее достижений в производство. Современная наука и производство насыщены средствами измерений, показатели точности которых характеризуют уровень развития науки и производства. То же можно сказать о таких высокотехнологичных видах деятельности, как транспорт, энергетика, медицина, сфера обеспечения обороноспособности и безопасности государства.

При этом задачи обеспечения широкой производственной кооперации, оценки соответствия параметров высокотехнологичной продукции на всех стадиях жизненного цикла требуют обеспечения единства измерений, в том числе в международном масштабе.

В глобальном масштабе международная промышленная кооперация и торговля требуют интеграции систем обеспечения единства измерений всех промышленно развитых стран, заключающейся в применении общих единиц величин, измерительных процедур и установлении эквивалентности эталонов. Признание результатов измерений и испытаний, осуществленных в какой-либо стране, возможно только при наличии метрологической инфраструктуры, действующей по принятым международным принципам и правилам.

Опыт стран – лидеров в области промышленного развития показывает, что высокий уровень развития экономики может быть достигнут только путем внедрения в важнейшие сферы деятельности государства передовых технологий, основанных на современных достижениях науки, техники, информатизации, неотъемлемой частью которых являются точные измерения. В настоящее время нет ни одной высокотехнологичной и наукоемкой сферы

деятельности, в которой не использовались бы результаты высокоточных измерений.

Поэтому современная развитая система обеспечения единства измерений необходима для реализации стратегической цели социально-экономического развития Российской Федерации – достижения уровня экономического и социального развития, соответствующего статусу России как ведущей мировой державы XXI века, занимающей передовые позиции в глобальной экономической конкуренции и надежно обеспечивающей обороноспособность и национальную безопасность государства, а также реализацию конституционных прав граждан.

Научно-технический процесс тесно связан с ростом требований к качеству измерений. При этом наблюдается также устойчивая тенденция в увеличении потребности и, следовательно, объема измерительной информации в технологических процессах, наукоемком производстве, инновационных отраслях промышленности, медицины. От качества измерительной информации зависит качество изготовления продукции, ее конкурентоспособность, эффективность производства и использования.

Измерения требуются, в первую очередь, для обеспечения заданного качества продукции. Достижение высокого качества продукции находится в прямой зависимости от состояния единства измерений в технологическом процессе. Роль измерений в повышении качества продукции заключается, в частности, в оперативном, поэтапном контроле производства товаров с помощью средств измерений. Недостаточная точность в измерениях и нарушение основ обеспечения единства измерений могут привести к непредсказуемым потерям в производстве, учете количества материальных ресурсов, обеспечении безопасности производства.

В связи с развитием международной торговли, конкуренции товаров на внешнем и внутреннем рынках, сертификации продукции на соответствие требованиям технических регламентов и их влиянием на все сферы деятельности государства и человека, важность состояния измерений, отвечающего современным требованиям, только возрастает.

2 Значение и роль прогнозируемых потребностей в измерениях в развитии промышленности, торговли и социальной сферы по оценке МКМВ

В октябре 1999 г. 21-я Генеральная конференция по мерам и весам (CGPM) одобрила отчет, подготовленный МКМВ «О национальных и международных потребностях в области метрологии». В нем приведены сведения о долгосрочных национальных и международных потребностях в области метрологии. На основе этого отчета было подготовлено несколько обновленных редакций, последняя из которых вышла в 2007 г.¹

Отчет 2007 г. был основан на результатах исследований в области торговли, экономики и социального влияния метрологии, выполненные национальными метрологическими институтами или по их поручению правительственными службами и другими международными и межправительственными организациями.

Далее представлены материалы, определяющие значение и роль прогнозируемых потребностей в измерениях в развитии промышленности, торговли и социальной сферы, основанные на данных отчета 2007 г. и скорректированные с учетом последующих соответствующих документов МКМВ.

2.1 Устойчивая конкурентоспособность и инновации

Возрастающий спрос на надежные и сравнимые результаты измерений

Возможность устойчивой конкурентоспособности и инновационной деятельности предполагает наличие соответствующей среды и инфраструктуры, направленной на создание нормативной базы, разработку

¹ Генеральная конференция мер и весов (ГКМВ) на своем 26-м заседании в ноябре 2018 года поручила МКМВ подготовить новый очередной доклад о национальных и международных потребностях в области метрологии.

политики в области торговли и промышленности и обеспечение научно-технической базы. Надежная, признанная в мире, система измерений, обеспечивающая реализацию точных, сравнимых и прослеживаемых результатов измерений, является одним из основополагающих элементов такой инфраструктуры.

Международное и глобальное признание сравнимых результатов измерений и испытаний может быть получено только путем привязки (прослеживаемости) этих результатов к стабильным по времени измерительным эталонам и реперам, в частности, к Международной системе единиц – SI.

Защита и безопасность общества во всех сферах также требует надежных и сравнимых измерений. Так как продовольствие и продукты питания являются предметом мировой торговли, их безопасность должна быть гарантирована, чтобы не поставить под угрозу самые первичные звенья пищевой цепочки. Контроль загрязнений и защита окружающей среды имеют высокий приоритет и являются глобальными темами. Безопасность и судебно-медицинская деятельность больше не являются местными проблемами. Защита людей, животных и растений требует скоординированного и гармонизированного глобального подхода.

В последнее время определены следующие приоритетные направления экономики:

- охрана здоровья;
- продукты питания, сельское хозяйство и биотехнология;
- информационные технологии и техника связи;
- наноисследования, нанотехнологии, технологии материалов и разработки новых изделий;
- энергетика;
- изменение окружающей среды и климата;
- транспорт;
- исследование космоса и надежность.

Развитие данных направлений экономики часто предполагает создание микро- и нано-прикладных систем и устройств, работу с более низкими химическими концентрациями, в более чистых средах и т.д. Прогресс и внедрение инновационных технологий во всех этих областях требуют значительного улучшения измерительных возможностей и развития фундаментальной метрологии, повышения информированности. В большинстве этих направлений до настоящего времени не были созданы соответствующие структуры для решения выявившихся проблем в области измерений. Большинство научных метрологических институтов первоначально создавалось таким образом, что они не готовы в настоящее время к решению метрологических задач в этих нетрадиционных секторах.

Придавая большое значение «новым» направлениям, не следует забывать и о так называемых традиционных секторах экономики. В частности, потребности в точных измерениях будут возрастать в машиностроении и приборостроении, автомобильной, аэрокосмической, оптической промышленности, электронной промышленности, в производстве микросхем и средств связи, химической, фармацевтической и медицинской отраслях промышленности.

Оценка соответствия и эталоны научных метрологических институтов

Заявления об оценке соответствия играют важную роль в реализации свободной внутренней и мировой торговли и в международных соглашениях по торговле. Аккредитация или подтверждение третьей стороной компетентности испытательных лабораторий и органов по сертификации, осуществленная органом по аккредитации – участником договоренностей о взаимном признании IAF и ILAC, обеспечивает доверие к результатам деятельности аккредитованных органов по оценке соответствия, в том числе и за рубежом. Это доверие, равно как и доверие к самой аккредитации, зависит от признанных на мировом уровне прослеживаемых и сравнимых результатов измерений и испытаний. Поэтому необходима глобальная метрологическая

инфраструктура, осуществляющая прослеживаемость с помощью стабильных эталонов единиц величин SI, или в случаях, когда это неосуществимо, в единицах других, признанных на международном уровне, реперов, подобных международным единицам ВОЗ (WHO) для измерений биоактивности.

Технические барьеры в торговле. Санитарные и фитосанитарные меры

Доклад ВТО (WTO), посвященный устранению Технических барьеров в торговле, указывает на отсутствие признанной на международном уровне аккредитации и метрологической инфраструктуры, как на одну из важнейших проблем, тормозящих осуществление деятельности по достоверной оценке соответствия в развивающихся странах. В частности, если государство не сможет продемонстрировать соответствие соглашению ВТО о применении Санитарных и Фитосанитарных мер (SPS agreement), основанных на системе выборочного анализа в наиболее важных контрольных точках (НАССР) по всей пищевой цепи, его экспортная продукция может быть признана непригодной.

Кроме того, торговля между развитыми странами иногда серьезно затруднена из-за отсутствия признанной на международном уровне метрологической системы, в частности, в таких областях физических измерений, как цвет, блеск, запах, вкус и свойства веществ. Все чаще признается, что метрология в химии во многих странах еще находится в начальной фазе развития и реализации. Аккредитация лабораторий, специализирующихся в области измерений в химии, в настоящее время, к сожалению, еще не гарантирует, что результаты измерений и испытаний прослеживаемы и сравнимы. Недостаточное количество прослеживаемых сертифицированных стандартных образцов и отсутствие аккредитованных калибровочных или поверочных лабораторий – причины, пока не позволяющие обеспечить в достаточной степени надежность результатов измерений и испытаний. Для ускорения данного процесса научные метрологические институты должны сконцентрировать свои усилия на

совершенствовании метрологии в химии и построении метрологической структуры, подобной той, которая уже существует в «традиционной» физической метрологии.

2.2 Потребность в инновационных эталонах и методах измерений

Появление новых материалов с улучшенными свойствами, исследования по микро- и наноструктурам, более глубокое осмысление и использование химических, биологических и атомных структур открыли путь к созданию ряда современных эталонов и методов измерений, которые в свою очередь приведут к дальнейшим инновациям в различных областях.

Переопределение основных единиц

Научно-технические достижения сделали возможным переопределение всех основных единиц SI на основе естественных фундаментальных констант, которые, на уровне современных представлений являются точными опорными значениями величин с долговременной стабильностью.

16 ноября 2018 года решением 26-й Генеральной конференцией по мерам и весам (CGPM) переопределены четыре из семи основных единиц SI: килограмм, кельвин, моль и ампер.

Новые принятые определения основных единиц системы SI существенно повышают требования к созданию инновационных эталонов.

Новые измерения и повышение точности

В машиностроительной, автомобильной и аэрокосмической отраслях промышленности актуально дальнейшее повышение точности измерений силы, момента инерции, ускорения, давления и других механических величин. Кроме того, очень важным является расширение диапазонов измерения с включением меньших и больших значений. Весьма востребованы прослеживаемые динамические измерения.

Создание квантового эталона электрического тока с использованием моноэлектронных систем позволит разрешить проблему «электрического метрологического треугольника» (Закон Ома) и создавать точные новые устройства для измерения электрического тока, используемые в медицинской

диагностике и интенсивной терапии и в микро- и нано- электронной промышленности.

Разработка эталонов электрических величин переменного тока, основанных на применении эффекта Джозефсона и на квантовом эффекте Холла, улучшит в дальнейшем точность электрических измерений, что очень важно для электроники, телекоммуникаций, навигации и транспорта.

Повышение точности температурной шкалы за счет создания высокотемпературных реперных точек и дополнительных данных о чистоте материалов, применяемых для установления реперных точек, используемых при построении Международной температурной шкалы 1990 (ITS-90) имеет большое значение для всех температурных измерений. Это позволит также повысить точность термодинамических измерений, измерения теплоемкости и теплопроводности, создавать изоляционные материалы, необходимые, например, для реализации мер по энергосбережению и сокращения потребления энергии. Дальнейшее развитие измерительных возможностей в области измерения влажности важно в различных областях, включая производство промышленных товаров, продовольствия, химической продукции и упаковочных материалов.

Использование абсолютных радиометров и расширение измерительного диапазона до дальней инфракрасной и дальней ультрафиолетовой области спектра особенно важны, например, для дистанционного сбора данных, для производства микросхем и литографии.

Для совершенствования навигационных систем, подобных GPS, ГЛОНАСС и GALILEO, необходимо дальнейшее повышение точности атомных часов и создание средств их сравнения во всем мире.

Более точные прослеживаемые измерения все более востребованы в области ионизирующих излучений. Повышенное внимание правительств различных стран к строительству атомных станций нового поколения и широкое применение ионизирующих излучений в области диагностики, терапии и радиационной защиты требуют точной информации о свойствах

радионуклидов, наличия точного дозиметрического и калориметрического оборудования, включая область нейтронов.

Новые медицинские разработки связаны с брахитерапией и измерениями активности короткоживущих радионуклидов, а также с дозиметрией электронных и фотонных пучков большой энергии. За счет применения новейших технологий в диагностике и терапии значительно возрастет число выздоровлений, что в свою очередь позволит сэкономить огромные средства для общества.

Нанометрология

Области науки, объединяемые единым понятием «нанометрология», фактически подразумевают широкую междисциплинарную сферу деятельности, к которой относятся линейно-угловые измерения, электромагнитные измерения, микроэлектромеханические устройства и нановибрационные приборы, область оптической микроскопии, химический анализ, поверхностный анализ, структурный анализ свойств материалов, биотехнология и микробиология.

От научных метрологических институтов требуется мультидисциплинарный подход и международное сотрудничество, которые могут быть достигнуты за счет создания матричных организационных структур, отражающих многопрофильный характер поставленных задач.

Эталонные свойства материалов

В последнее время возросла потребность в прослеживаемых измерениях целого ряда свойств материалов. В частности, интерес вызывают такие свойства материалов как:

- электромагнитные свойства (магнитные и диэлектрические);
- термоэлектрические свойства;
- термодинамические/тепло-физические свойства (проводимость, теплообмен, фазовый анализ, расширение, теплоемкость, излучательная способность, коэффициент диффузии);
- оптические свойства;

- механические свойства (твердость, модуль, предел прочности, жесткость, усталость, ползучесть, сила трения, коррозия, смазка);
- свойства жидкостей и газов (вязкость, плотность, калорийность);
- структурные свойства (композиты, аэрозоли, гели, размер зерна и частицы, гранулометрический состав, пористость, дефекты, форма).

Настоятельная необходимость в прослеживаемых и сопоставимых результатах измерений в химии, биотехнологии и микробиологии

Одной из основных сложностей в метрологии в химии является тот факт, что многие измерения зависят от окружающей среды, в которой находится измеряемое химическое вещество, в которой находится анализируемое химическое вещество среды, в которой находится измеряемая величина/аналит. Как следствие, результаты многих измерений в химии зависят от используемого при измерении метода. Поэтому разработка технических средств и процедур измерения, не зависящих от анализируемого вещества и используемого метода, должна иметь приоритетное значение. Создание методов для измерения в месте эксплуатации и лабораторных приборов на микросхемах также приобретает большое значение. Они находят применение, например, при точечном анализе биологических образцов в медицинских и диагностических приборах, используемых в домашних и больничных условиях.

Производство и измерение высокочистых материалов является первостепенным при создании новых инновационных материалов и использовании нанотехнологий. Т.к. область химических измерений очень обширна, следует установить приоритеты. Можно сформулировать следующие приоритетные направления: анализ пищевых продуктов, включая измерения ГМО, медико-биологические измерения, включая измерения ДНК/РНК и протеина, анализ фармацевтических препаратов, антидопинговые измерения, измерения в окружающей среде, газовый анализ, нефтехимический анализ, судебная медицина и безопасность.

Стандартные образцы

Во многих областях измерений прослеживаемость измерений осуществляется научными метрологическими институтами через сертифицированные стандартные образцы, имеющие приписываемое, прослеживаемое значение, и характеризующиеся по однородности и стабильности на протяжении определенного периода времени.

Поставляются различные типы сертифицированных стандартных образцов, таких как твердость, шероховатость поверхности, электромагнитные материалы, оптические фильтры, ампулы с температурными реперными точками, образцы вязкости и химические образцы сравнения.

Поскольку результаты измерений в химии почти всегда зависят от химической матрицы, в которой находится измеряемое вещество, прослеживаемость часто устанавливается с помощью стандартных образцов того же состава. Это означает, что требуется почти неограниченное количество различных сертифицированных стандартных образцов.

Дополнительные сложности возникают с сертифицированными стандартными образцами, применяемыми в клинической и терапевтической областях медицины, где существенным является требование, чтобы сертифицированные стандартные образцы были пригодны для обмена, «commutable», означающее, что свойства сертифицированных стандартных образцов, используемых для калибровки СИ, должны проявляться таким же образом, как подлежащая измерению проба, взятая у человека.

Информационные технологии

За последние несколько десятилетий произошел громадный скачок в области применения микропроцессоров в измерительных приборах. Такие приборы в настоящее время широко применяются в мировой цепи производства и услуг, т.е. доступны конечному пользователю. Надежность результатов измерений в значительной степени зависит от достоверности и прослеживаемости во всей цепи обработки и отображения сигналов, которая в свою очередь зависит от используемых аппаратных средств и программного

обеспечения. Основным методом испытания этих устройств до настоящего времени заключался в испытании методом «черного ящика». Этот метод не обеспечивает необходимую достаточность, точность и достоверность измерений во времени и пространстве характеристик испытываемой измерительной системы.

Как только измерительный прибор, оснащенный компьютером, или даже датчик, соединяется с коммуникационной сетью, результат измерения может быть сразу же использован всеми пользователями во всех точках земного шара. Данные должны передаваться через защищенные сети и обрабатываться надежными компьютерами. Таким образом, значение кибернетической безопасности и достоверности измерительных данных становится ключевым, в частности, в сфере торговли и прогнозирования погоды.

Использование информационных технологий при аккредитации лабораторий должно стать одной из новых задач, в которой оценка деятельности лаборатории или проверка квалификации (proficiency testing) могут выполняться дистанционно, с помощью аудиовизуальных систем и сбора данных через защищенную сеть. Такие системы дистанционной аккредитации прежде всего должны гарантировать сохранность интеллектуальной собственности лабораторий и их клиентов. Такая система может значительно уменьшить расходы на аккредитование лабораторий.

Необходимы новые методы дистанционных измерений, обеспечивающие кибернетическую безопасность и достоверность измерительных данных.

2.3 Специфические потребности в измерениях отдельных секторов экономики и общества. Влияние на торговлю и общество

С точки зрения степени влияния на экономический рост, инновационную деятельность и повышение качества жизни следующие отрасли экономики рассматриваются в мировом масштабе как приоритетные:

- транспорт;

- информационные технологии и телекоммуникации;
- электроника и оптика;
- электромагнитные и ионизирующие излучения;
- энергетический сектор экономики;
- изменение климата, контроль окружающей среды и атмосферных загрязнений;
- клиническая химия и лабораторная медицина;
- безопасность продуктов питания;
- фармацевтика и фармакопея;
- судебная медицина и безопасность.

Транспорт

Развитие автомобилестроения, железнодорожного транспорта, судостроения, авиационной и космической промышленности направлено на создание более безопасных и энергосберегающих систем. Это означает постоянный рост потребностей в более точных измерениях, таких как трехмерные измерения, необходимые для разработки миниатюрных чувствительных сенсоров, основанных на прикосновении, оптическое или лазерное считывание (зондирование), рентгеновская топография, электронная микроскопия и детектирование ионизирующих излучений.

Разработка и применение новых материалов, таких как полимеры, керамика и конструкции, упроченные углеродом, энергосберегающие исследования, например, топливные элементы, требуют высокочувствительных и точных измерений, подобных анализу поверхности и химическому анализу.

Информационные технологии, навигация и телекоммуникации

Для выполнения дистанционных измерений в торговле (например, дистанционное считывание показаний бытовых электрических, газовых и водяных счетчиков) и в здравоохранении (например, в отделениях интенсивной терапии), требуются надежные датчики и информационные технологии. Разработка биометрических систем находится в процессе реализации и требует соответствующих методов испытаний.

Для обеспечения прецизионности измерений точность синхронизации временных шкал, на которых основаны коммуникационные системы, должна составлять порядка 10^{-13} и выше. Дальнейшее усовершенствование временных шкал будет связано с развитием технологий, основанных на использовании оптических часов и методов дистанционного сравнения, которые позволят использовать на практике их более высокую точность.

Более точные навигационные измерения повысят безопасность воздушного и морского транспорта, а также позволят увеличить плотность транспортных дорожных потоков и усилить контроль за прохождением опасных грузов в густонаселенных районах. Запуск навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС Россией, GALILEO Европейским союзом и аналогичной системы Китаем, оснащенной высокопрецизионными управляемыми атомными часами, требует очень точных сличений единиц времени и частоты. Эти точные спутниковые системы также внесут свой вклад в повышение точности прогнозирования землетрясений и цунами.

Электроника и оптика

Благодаря наличию квантовых электрических эталонов, основанных на квантовом эффекте Холла для измерения электрического сопротивления, и на эффекте Джозефсона для измерения электрического напряжения, высокопрецизионные измерения электрических величин постоянного тока широко практикуются во всем мире. Для достижения сопоставимой точности в измерениях электрических величин переменного тока, необходимо разработать квантовые эталоны, подобные системе на эффекте Холла, и программируемые эталоны на эффекте Джозефсона.

Возрастает потребность в высокоточных системах линейных и угловых измерениях и микроскопах. Ультрафиолетовая литография требует высокоточных вакуумных ультрафиолетовых измерений.

Помимо прецизионных измерительных возможностей в инфракрасной и вакуумной ультрафиолетовой областях спектра, следует совершенствовать методы определения радиометрических и фотометрических характеристик

новых источников света, таких, как светодиоды, светодиоды дневного света, жидкокристаллические и плазменные дисплеи и т.д.

В последнее время в промышленности наблюдается тенденция использования самых современных изделий, магнитные свойства которых требуют точных магнитных измерений. В частности, измерения магнитных свойств в наноразмерных областях, требуют дальнейшего совершенствования.

Электромагнитные и ионизирующие излучения

Быстрое развитие сектора телекоммуникаций, в котором применяется все больше мобильных систем, использующих более высокие частотные диапазоны, требует создания плотных сетей высокочастотных передатчиков. Количество электромагнитного излучения в окружающей нас среде быстро возрастает. С такой же скоростью нарастает полемика в обществе: оказывает ли оно непосредственное влияние на здоровье людей и окружающую среду в такой мере, что является опасным для жизни. Для ответа на эти вопросы необходимы точные измерения электромагнитного излучения и температуры.

Миниатюризация электронных компонентов влечет за собой использование и измерение сверхмалых уровней сигнала, что, в свою очередь, требует строгой электромагнитной совместимости и защиты от электромагнитного излучения.

В медицине, при контроле качества изделий, при стерилизации продуктов от микроорганизмов производится измерение точного количества альфа, бета, рентгеновского и нейтронного излучения, а также измерения радионуклидов. Измерения нейтронного излучения особенно важны для изучения процессов деления ядра, где поток нейтронов является ключевым параметром. Для защиты от поражающего излучения, например, при разрушающем терапевтическом лечении, высокая точность измерений ионизирующего излучения имеет первостепенное значение.

Энергетический сектор экономики

В связи с уменьшением запасов энергетических ресурсов и повышением цен на энергоносители наблюдается стремительный рост интереса к высокоточным измерениям параметров нефти и природного газа. Это

означает, что необходимы более точные и сопоставимые в мировом масштабе измерения потока, химического состава и энергоемкости нефти и природного газа.

Создание водородных и других топливных батарей, применение биотоплива и атомной энергии требуют создания новых и более точных измерительных систем в данной области. Разработка и установка электрических счетчиков с дистанционным управлением требуют применения сложных дистанционно управляемых методов поверки и калибровки и, как уже упоминалось, значительного прогресса в области безопасности и передачи данных.

Возросший в некоторых странах интерес к энергии ядерного деления и ведущиеся в настоящее время исследования в области ядерных технологий требуют создания современных эталонов радиоактивности и ионизирующего излучения, а также измерений в нейтронных полях.

Изменение климата, контроль окружающей среды и атмосферных загрязнений

Контроль за изменением климата требует очень точных измерений (для парниковых газов и озона – лучше 0,1 %) с использованием исходных эталонов, обладающих долговременной стабильностью, которые позволяют определить небольшие изменения в течение значительных периодов времени.

По этой же причине необходимы точные измерения в области радиометрии.

Результаты измерения солености океанской воды рассматриваются как возможные индикаторы землетрясений, цунами и изменений климата. Для получения точных данных при измерении солености требуется проведение точного электрохимического анализа, в котором температура является ключевым параметром.

С учетом того, что отходы всех видов, включая промышленные отходы, выхлопные газы, выбросы из дымовых труб, использованные персональные и медицинские средства ухода, мусор оказываются в прибрежных водах, анализ воды и морепродуктов позволяет обнаружить изменения в генной системе и

протеинах, что является надежным индикатором качества окружающей среды. Долговременная сопоставимость результатов измерения является в этом случае важнейшим требованием.

Клиническая химия и лабораторная медицина

В 2003 году было официально объявлено о создании Комитета по прослеживаемости в лабораторной медицине, при котором созданы 2 рабочие группы.

Рабочая группа 1 выпускает перечни надежных, прослеживаемых образцов сравнения и референтных методов измерения более высокого порядка, с прослеживаемостью (в тех случаях, где это возможно) к СИ, либо к другим, принятым в международном масштабе образцовым средствам, например, Международным единицам ВОЗ, в тех случаях, когда прослеживаемость к СИ (пока еще) не осуществима. Эти перечни сертифицированных стандартных образцов и стандартизованных методов измерений более высокого порядка публикуются на вебсайтах МБМВ и Международной федерации клинической химии и лабораторной медицины.

Лабораторная диагностика в настоящее время широко использует сертифицированные стандартные образцы и стандартизованные методы, которые позволяют осуществлять более точный и сопоставимый клинический анализ. Это имеет большое значение для всех пациентов, не зависимо от того, в какой стране, больнице или даже в каком отделении больницы они проходят лечение. Пациенту должно быть предоставлено своевременное и правильное лечение, исключая ошибочные и необоснованно повторяющиеся измерения, что позволит пациентам сэкономить.

Безопасность продуктов питания

Контроль безопасности пищевых продуктов относится ко всей цепочке, буквально «от фермы до стола». Он включает исследование почвы, воды и воздуха, удобрений, кормов, ветеринарных лекарственных препаратов, генно-модифицированных организмов, болезней, токсических остатков, пищевого содержания добавок к рациону и т.д.

Таким образом, научным метрологическим институтам предлагается предоставлять (в тех случаях, когда это возможно) лабораториям, осуществляющим проверку квалификации в области пищевого анализа, приписанные опорные значения компетентности.

Фармацевтика и фармакопея

Большинство фармацевтических препаратов должно соответствовать жестким критериям качества и подлежит обязательному регулированию. В частности, усовершенствование анализа чистоты препаратов имеет очень важное значение для этой отрасли.

Судебная медицина и безопасность

В тех случаях, где это возможно, в судебной медицине должна быть установлена прослеживаемость к SI, а где невозможно, к другим, эталонам, согласованным на международном уровне. Это относится к измерениям ДНК и РНК, лекарственным препаратам, ядам, взрывчатым и другим химическим и биологическим веществам в малых количествах. Существуют и проблемы измерений, связанные, с отпечатками пальцев, почерковедческой экспертизой, разрывом оболочки пули и т.д.

Меры безопасности требуют надежных биометрических данных, например, в паспортах.

Иммиграционные власти используют радужную оболочку глаза и сканирование других частей лица, а также отпечатки пальцев, для проверки личности.

Меры безопасности в аэропортах и других местах основаны на применении методов контроля, использующих ионизирующее излучение, электромагнитное излучение, тепловое излучение, измерения оптических и радиоволновых частот, а также акустических измерений. Уровни излучения должны точно контролироваться, чтобы не нанести вреда здоровью человека.

2.4 Общие выводы и рекомендации МБМВ

1) Устойчивая конкурентоспособность и инновационная деятельность во всех областях требуют точных измерений и испытаний с установлением прослеживаемости к опорным величинам и стабильным эталонам.

2) Приоритетными областями для установления прослеживаемости являются здравоохранение (диагностика, терапия и фармацевтическая продукция), антидопинговый контроль, производство продуктов питания, биотехнологии, нанотехнологии, производство современных материалов, энергетика (включая новые источники энергии), исследование изменения климата и окружающей среды, транспорт, воздушно-космические технологии, судебная медицина и безопасность.

3) Должны быть продолжены исследования в области надежности информационных технологий и коммуникации, что позволит гарантировать безопасную и корректную обработку результатов измерений.

4) Устранение технических барьеров в торговле и соответствие санитарным и фитосанитарным нормам являются приоритетными во всех программах развития стран и экономических регионов.

5) Развитие таких областей, как нанотехнологии, производство современных материалов и исследование свойств материалов, вскоре потребует целого ряда новых эталонов и методов в области физики и химии.

6) Принятие новых определений основных единиц системы SI потребует значительных усилий по созданию новых эталонных комплексов.

7) В связи с тем, что метрология несколько запаздывает в таких областях, как биотехнологии и микробиология, по сравнению с другими областями, следует больше уделять внимания метрологии для решения задачи количественного определения и установления прослеживаемости измерений по оценке свойств генов, протеинов, клеток.

8) Потребность в сертифицированных стандартных образцах, используемых в самых различных областях клинической и аналитической химии, при фармацевтическом анализе, испытаниях пищевых продуктов, при измерениях в окружающей среде, измерениях свойств материалов требуют серьезных усилий от всех заинтересованных сторон в процессе их производства, описания характеристик и установления приписанных значений.

2.5 Сопоставление прогнозов МКМВ о потребностях в измерениях с потребностями в измерениях национальных проектов Российской Федерации

Необходимо отметить, что в паспортах национальных проектов Российской Федерации не встречаются целевые показатели, связанные с измерениями.

При этом в указанных паспортах в ряде случаев можно выделить потребности в создании или совершенствовании измерительных технологий, отсутствие которых осложнит, а, в худшем случае, сделает невозможным достижение целей национального проекта.

Для примера рассмотрим национальный проект «Здравоохранение».

В структуру данного национального проекта входят такие федеральные проекты, как «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями», «Борьба с онкологическими заболеваниями», «Развитие сети национальных медицинских исследовательских центров и внедрение инновационных медицинских технологий».

Проблемы развития измерений в областях, связанных с диагностикой и лечением заболеваний отражены в подразделах «Электромагнитные и ионизирующие излучения», «Клиническая химия и лабораторная медицина» и «Фармацевтика и фармакопея» подраздела 2.3 данного документа.

В подразделе 2.3 указано на необходимость обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерений, а, следовательно, на создание новых эталонов, референтных методик измерений и стандартных образцов, отсутствие которых препятствует внедрению новых медицинских разработок, связанных с брахитерапией, а также с использованием электронных и фотонных пучков большой энергии.

Указано также на то, что значительные проблемы представляет создание аттестованных стандартных образцов, связанных с анализом генетически измененных организмов, количественным определением патогенных

микроорганизмов, генетическим тестированием, анализом генов и белковым анализом.

В отчете МКМВ отмечено некоторое запаздывание возможностей метрологии в таких областях, как биотехнологии и микробиология, по сравнению с другими областями. А также на то, что следует больше уделять внимания метрологическому обеспечению при решении таких задач, как количественное определение показателей точности и установление прослеживаемости измерений по оценке свойств генов, протеинов, клеток.

Столь же необходимо развивать измерительные технологии и для обеспечения достижения целей такого национального проекта, как «Экология». Среди целей, целевых и дополнительных показателей данного национального проекта приведены такие, как:

- эффективное обращение с отходами производства и потребления;
- снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее, чем на 20 % совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах;
- повышение качества питьевой воды для населения, в том числе для жителей населенных пунктов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения;
- экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, и сохранение уникальных водных систем, включая озера Байкал и Телецкое.

В подразделе 2.4, как на одну из наиболее важных и перспективных задач развития метрологии, указано на исследование изменения климата и окружающей среды.

Непосредственно задачи развития измерений в области экологического контроля затронуты в разделах «Изменение климата, контроль окружающей среды и атмосферных загрязнений. Всемирная Метеорологическая организация, ВМО» и «Информационные технологии, навигация и телекоммуникации» подраздела 2.3 настоящего отчета.

Причем, в отношении информационных технологий отмечено, что качество измерительных данных, полученных пунктами дистанционных измерений, контролирующими загрязнения и возможные климатические изменения, должно быть обеспечено за счет надежных датчиков и систем обнаружения. Данные должны передаваться через защищенные сети и обрабатываться надежными компьютерами, что позволит дать гарантированно точный прогноз погоды и предсказать возможные климатические изменения.

Как видно из приведенных примеров, решение задач, сформулированных в национальных проектах, во многом опирается на объективную информацию, получаемую в результате измерений и иных метрологических процедур. Потребности в измерениях и метрологических услугах, прогнозируемые МКМВ во многом соответствуют достижению целей национальных проектов.

Выводы к разделу

Общие выводы и рекомендации, сформулированные МБМВ на основе отчета МКМВ, изложены в подразделе 2.4 настоящего отчета. С учетом этих выводов и рекомендаций, а также принимая во внимание значение развития системы измерений для достижения целей национальных проектов, можно сделать следующие выводы:

1) Конкуренентоспособность российских производителей на внутренних и международных рынках, инновационная деятельность во всех областях, а также достижение многих целей, изложенных в национальных проектах, требуют обеспечения результатами измерений, контроля и испытаний прослеживаемыми к принятым опорным величинам, эталонам и первичным референтным методикам с показателями точности, соответствующими установленным требованиям. Без таких результатов измерений невозможно эффективное принятие управляющих решений на всех уровнях.

2) Приоритетными областями развития новых измерительных технологий и сферы метрологических услуг можно считать:

- здравоохранение (диагностика, терапия и фармацевтическая продукция);
- производство продуктов питания (включая ветеринарный контроль);
- биотехнологии;
- производство современных материалов (включая конструкционные, строительные и др.);
- энергетика (включая новые источники энергии);
- охрана окружающей среды и исследование изменений климата;
- развитие всех видов транспорта;
- безопасность (включая безопасность труда и контроль специальных условий труда).

3) Актуальны проблемы развития информационных технологий и коммуникаций, и их использование при развитии системы измерений, а также в области оказания метрологических услуг.

4) Гармонизация метрологических правил и норм с аналогичными международно принятыми подходами будет способствовать устранению технических барьеров в торговле, что особенно актуально в рамках Евразийского экономического союза.

5) Необходимо создание целого ряда новых эталонов, стандартных образцов, а также и методов измерений в области физики и химии, связанных с созданием новых материалов, развитием новых технологий и, в частности, с принятием новых определений основных единиц системы SI.

6) Необходимо обеспечить опережающее развитие измерительных возможностей, чтобы их отсутствие не явилось препятствием для внедрения инновационных решений и достижения целей национальных проектов.

3 Подходы и методы оценки потребностей в измерениях

3.1 Содержание и порядок осуществления работ по разработке прогноза потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы

Содержание и порядок осуществления работ по разработке Прогноза определены разделом 2 Дорожной карты, утвержденной Минпромторгом России в 2018 году.

В соответствии с Дорожной картой запланировано выполнение следующих мероприятий:

- 1) Разработка формы опроса организаций о потребностях в измерениях.
- 2) Направление писем о проведении опроса о потребностях в измерениях в организации и предприятия промышленности, ГРЦМ.
- 3) Сбор данных для разработки Прогноза для различных сценариев развития экономики в целях развития эталонной базы Российской Федерации. Анализ отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики, стратегических документов МБМВ.
- 4) Анализ потребностей экономики и общества в измерениях на основе результатов опроса организаций и предприятий промышленности, ГРЦМ. Разработка проекта Прогноза.
- 5) Направление проекта Прогноза на согласование.
- 6) Доработка проекта Прогноза по замечаниям ФОИВ, полученным из Росстандарта. Подготовка и представление в Росстандарт проекта доклада в Правительства Российской Федерации

3.2 Концепция разработки прогноза потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы

Концепция разработки Прогноза заключается в последовательном выполнении следующих этапов:

- 1) Сбор данных путем опроса ФОИВ, предприятий и организаций

промышленности, ГРЦМ о потребностях в измерениях, их обработка и анализ.

2) Анализ отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики, стратегических документов МБМВ.

3) Формирование общей картины текущих потребностей в измерениях различных отраслей экономики и государственного управления Российской Федерации и потребностей в измерениях на заданный горизонт планирования.

Направление обобщенной информации для анализа в ГНМИ.

4) Разработка ГНМИ и представление в Росстандарт докладов, содержащих обоснование востребованности, модернизации или создания нового ГПЭ с учетом результатов анализа полученной информации.

5) Анализ докладов о востребованности, модернизации или создании новых ГПЭ и принятие управленческих решений по формированию оптимального для Росстандарта Плана работ на заданный горизонт планирования в целях развития эталонной базы Российской Федерации с учетом имеющихся финансовых ограничений.

Необходимо отметить, что наибольший эффект реализации предложенной концепции может быть достигнут путем ее реализации в виде программно-распределенной системы, участники (абоненты) которой действуют в ЕИКП.

ЕИКП представляет собой совокупность баз и банков данных, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие абонентов, а также удовлетворение их информационных потребностей. В силу своей сложности и дороговизны ЕИКП не может быть ведомственной, поэтому существенная роль в формировании ЕИКП отводится созданию общенациональной телекоммуникационной сети страны, которая позволит объединить различные сети, системы и комплексы средств связи, обеспечив доступ к соответствующим территориально-распределенным информационным ресурсам, обмен информацией в режимах передачи данных

и электронной почты.

Иными словами, ЕИКП складывается из следующих главных компонентов:

- информационные ресурсы, содержащие данные, сведения и знания, зафиксированные на соответствующих носителях информации;

- организационные структуры, обеспечивающие функционирование и развитие единого информационного пространства, в частности, сбор, обработку, хранение, распространение, поиск и передачу информации;

- средства информационного взаимодействия абонентов, обеспечивающие им доступ к информационным ресурсам на основе соответствующих информационных технологий, включающие программно-технические средства и организационно-нормативные документы.

Формирование и развитие ЕИКП – проблема межотраслевая и межрегиональная. Она требует решения сложных организационных и технико-технологических вопросов, значительных затрат и не может быть решена одномоментно.

Действующие и разрабатываемые в настоящее время информационно-аналитические системы отдельных ФОИВ и органов власти субъектов Российской Федерации, ведомственные и межведомственные территориально-распределенные системы и сети сбора, обработки и распространения информации могут служить базой внедрения новых информационных технологий. Они должны обеспечить основу формирования ЕИКП и гарантировать сопряжение новых средств информационных технологий с традиционными средствами распространения информации и организации доступа к ней.

В силу указанных проблем создания ЕИКП сегодня концепция формирования механизма разработки проекта Прогноза может быть реализована лишь поэлементно. Причем в первую очередь могут быть созданы те элементы, которые в меньшей степени зависят от проблемы создания ЕИКП. Именно такой подход реализован при разработке проекта Прогноза.

Сегодня он основан на опросе ограниченного числа респондентов о потребностях в измерениях и анализе отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики, стратегических документов МБМВ.

Для проведения опроса разработан соответствующий опросный лист (приложение 1). Метод опроса, как источник информации для проведения исследований, широко применяется в различных отраслях экономики. Данный метод обладает следующими достоинствами:

- оперативностью получения информации;
- возможностью организации массовых обследований;
- сравнительно малой трудоемкостью процедур подготовки и проведения исследований, обработки их результатов;
- отсутствием влияния личности и поведения опрашиваемого на работу респондентов;
- невыраженностью у исследователя отношений субъективного пристрастия к кому-либо из отвечающих.

Однако опросу свойственны и недостатки:

- отсутствие личного контакта не позволяет как, скажем, в свободном интервью изменять порядок и формулировки вопросов в зависимости от ответов или поведения респондентов;
- не всегда достаточна достоверность подобных «самоотчетов», на итоги которых влияют неосознаваемые установки и мотивы респондентов или желание их выглядеть в более выгодном свете, сознательно приукрасив реальное положение дел.

Опросный лист представляет собой документ, содержащий структурно-организованный набор вопросов, каждый из которых связан с задачами проводимого исследования. Эта связь выражается в необходимости получения информации, отражающей характеристики изучаемого объекта, в данном случае – системы обеспечения единства измерений.

Целью опроса является получение информации о текущей степени

удовлетворенности юридических лиц, осуществляющих деятельность в сфере государственного регулирования в области обеспечения единства измерений, уровнем развития и функционирования системы обеспечения единства измерений, включая потребности в измерениях, и прогнозируемых потребностях в измерениях на 2020 и 2025 годы.

Исходя из цели опроса, опросный лист сформирован с учетом показателей развития системы обеспечения единства измерений, установленных Стратегией. При разработке вопросов учитывались следующие требования к их формулировке:

- ясность (понятность для респондента; нельзя включать сложную, непонятную для респондентов терминологию, понятия, которые способны затруднить восприятие респондентами);

- конкретность (не допускать двоякого толкования понятий или вопроса в целом);

- проблемность (прямая или косвенная направленность вопроса на интересующую интервьюера проблему, но формулировка не должна наводить на ответ);

- последовательность (значимо выстроить порядок вопросов так, чтобы они не шокировали респондента, а позволяли постепенно конкретизировать и подробно раскрывать ответы).

В результате обобщения полученной информации по итогам опроса формируется многомерный массив информации, содержащей степень текущей удовлетворенности потребностей в измерениях и прогнозируемые потребности в измерениях на заданный горизонт планирования, отношение объема калибровочных работ к поверочным работам, степень импортозамещения в части эталонной базы, стандартных образцов и средств измерений, характеристики услуг (испытания, поверка и др.) в области обеспечения единства измерений. Информация классифицирована по:

- ФОИВ;

- отраслям экономики;

- областям деятельности в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2);

- сферам государственного регулирования обеспечения единства измерений;

- областям измерений;

- критическим технологиям.

Степень текущей удовлетворенности потребностей в измерениях и прогнозируемые потребности в измерениях на заданный горизонт планирования детализируются по средствам измерений, стандартным образцам, эталонам единиц величин, методикам (методам) измерений.

Накопление и ретроспективный анализ результатов опроса позволяют выявлять ключевые факторы, обеспечивающие достижение целей и решение задач развития системы обеспечения единства измерений, в том числе достижение целевых значений показателей (индикаторов) развития системы обеспечения единства измерений, заданных Стратегией, на рассматриваемом горизонте планирования.

Общая схема взаимодействия организационных структур, участвующих в сборе и обработке данных при опросе представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Взаимодействие организационных структур в ходе опроса

Опрос и обобщение полученной информации являются эффективным, но не единственным источником получения сведений о текущем состоянии измерений и прогнозе потребности в них. Анализ документов стратегического планирования может предоставить информацию о возможном появлении измерительной задачи в будущем в отраслях, охваченных документами стратегического планирования и отраслевыми документами. Информационные фонды, в свою очередь, являются источником самой достоверной, доступной, легитимной, легкообрабатываемой и разнообразной информации. В последующих разделах также дается анализ информации в документах стратегического планирования, отраслевых документах и информационных фондах, приводится их сопоставление и содержательная оценка.

3.3 Предложения по совершенствованию подходов и методов оценки прогнозирования потребности в измерениях

Прогноз основан на идентификации и анализе проблем измерений, с которыми сталкивается промышленность, и которые ставят преграды на пути технологического развития. Считается, что каждая проблема в обеспечении измерений представляет собой текущую неудовлетворенную измерительную потребность в отрасли.

В данном разделе выше рассмотрены методы получения информации на основе анкетирования и анализа документов стратегического планирования.

Для обеспечения полноты информации целесообразно рассматривать все источники информации, которыми могут быть:

- планы реализации федеральных целевых программ и национальных проектов;
- федеральные информационные фонды и иные информационные системы, содержащие информацию об инновационных проектах, включая итоги научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новых и используемых технологиях, и включающих сведения о методах и средствах

измерений, испытаний, контроля, а также об организации метрологического обеспечения реализуемых проектов и работ;

- семинары и научно-технические конференции, на которых рассматриваются вопросы идентификации проблем измерения в конкретных областях науки, производства, социальной сферы;

- публикации, содержащие анализ и обобщения сведений в области развития отдельных технологических систем, состояния и развития приборостроения в Российской Федерации и за рубежом, анализы состояния рынка средств измерений и метрологических услуг, иные источники, содержащие сведения об общих или частных проблемах, связанных с измерениями в промышленности и социальной сфере;

- информация, представленная организациями и отдельными специалистами и содержащая сведения о потребности в измерениях, средствах измерений и метрологических услугах.

С целью формирования представительной выборки данных, получаемых от организаций и отдельных специалистов и используемых для разработки Прогноза, предлагается:

- выбирать для проведения каждого планируемого анкетирования определенные сектора экономики и социальной сферы (не более 4–5);

- выбирать организации и специалистов, представляющих несколько различных технологических видов деятельности - выпускающих разнотипную продукцию и оказывающих различного вида услуги;

- выбирать несколько типов измерений, соответствующих различным научным дисциплинам (физика, химия, биология) или сферам деятельности (машиностроение, строительство, компьютерная техника);

- выбирать несколько видов измерений (длина, масса, время, электрический ток, температура, количество вещества и т.д.).

Сведения, полученные из различных источников, а также результаты их обработки и сформулированные выводы нуждаются в подтверждении

результатами независимой экспертизы. Источниками, подтверждающими обоснованность полученных результатов, могут служить:

- экспертные оценки, данные представителями промышленности и/или экспертами в области различных технологий, выбранные с учетом знания ими конкретной отрасли промышленности или технологии;

- официально изданные справочники, включая дорожные карты технологий, федеральные целевые программы и национальные проекты, если в них отражены вопросы развития измерительной и испытательной базы и метрологического обеспечения предполагаемых работ;

- материалы семинаров и решения конференций, в которых широко представлена промышленность и другие заинтересованные стороны, непосредственно осуществляющие производственную деятельность или деятельность по оказанию услуг.

Необходимость анализа больших массивов разнородной информации, аналитическая работа по выявлению потребности в измерениях, периодическая или постоянная работа по обработке множества анкет, требует внедрения процессов автоматизации.

Этапы концепции, приведенной в подразделе 3.2, могут выполняться программно-аппаратными средствами с применением математических методов обработки.

Это обусловлено тем, что данные этапы в меньшей степени зависят от проблемы создания ЕИКП. Результатами автоматизации процесса анализа информации должны стать варианты оптимальных планов работ Росстандарта по разработке, модернизации и поддержанию ГПЭ.

В основу создания программно-аппаратных средств следует положить подход, который базируется на формировании факторной модели объекта и проведении на ее основе исследований достижимости цели при различных внешних и внутренних условиях с применением методов компьютерного моделирования (например, метода Монте-Карло). Обработка статистики по результатам модельных экспериментов позволяет в итоге выявить значимые

факторы, влияющие на достижимость цели, и учесть их при получении оптимального Плана мероприятий. При использовании приведенного подхода, ключевой задачей является определение рационального представления и реализация этого представления в виде модели, позволяющей проводить соответствующие вычислительные эксперименты.

Обобщенной целью применения факторной модели является проведение оперативного и эффективного исследования обстановки в условиях высокой неопределенности.

Прикладной целью создания и применения инструментов факторного моделирования является обеспечение органов управления инструментом и регламентом оперативного исследования системы обеспечения единства измерений в условиях высокой неопределенности, а также повышение оперативности выработки и качества управленческих решений.

Обобщенной задачей, решаемой при использовании факторной модели, является обеспечение максимизации объема новых полезных знаний о состоянии системы обеспечения единства измерений при минимизации потребности в дополнительной информации о нем.

Решение задачи, сформулированной таким образом, наиболее полно соответствует представлению о потребностях процессов стратегического и ситуационного управления системой обеспечения единства измерений, когда в первом случае анализ, выработка и принятие решений осуществляется в условиях высокой неопределенности вследствие отсутствия достоверной информации об объекте, а во втором случае – в условиях отсутствия времени на сбор и эффективную обработку поступающей информации с применением стандартных инструментов анализа.

При анализе состояния системы обеспечения единства измерений и оценке потребности в измерениях необходимо также, с одной стороны, отфильтровывать декларативные потребности организаций, с другой стороны, применяя комплексный подход к оценке полученных результатов из самых разных источников, повысить качество результирующей оценки и качество

прогноза потребности в измерениях.

Реализация приведенных предложений позволит эффективно определять потребности в измерениях и обеспечить оперативность принятия управленческих решений.

4 Результаты анализа состояния измерений в Российской Федерации

4.1 Анализ результатов опроса, проведенного Росстандартом и Минпромторгом России

Анализ проведен по результатам опроса 503-х организаций и предприятий промышленности, государственных региональных центров метрологии и государственных научных метрологических институтов, что обеспечивает репрезентативность выборочных данных.

4.1.1 Область деятельности респондентов

Участники опроса в качестве своего вида деятельности указали 80 видов в соответствии с ОКВЭД, что составляет 80 % из 99 видов, указанных в ОКВЭД.

Диаграмма распределения видов деятельности в соответствии с кодами ОКВЭД приведена на рисунках 4.1 и 4.2. Три наиболее часто встречающихся вида деятельности - обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха (ОКВЭД - 35); архитектура и инженерно-техническое проектирование (ОКВЭД - 71); научные исследования и разработки (ОКВЭД - 72).

Деятельность респондентов осуществляется во всех сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений, определенных ч. 3 статьи 1 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений». В таблице 4.1 и на рисунке 4.3 указана частота упоминания респондентами сфер государственного регулирования.

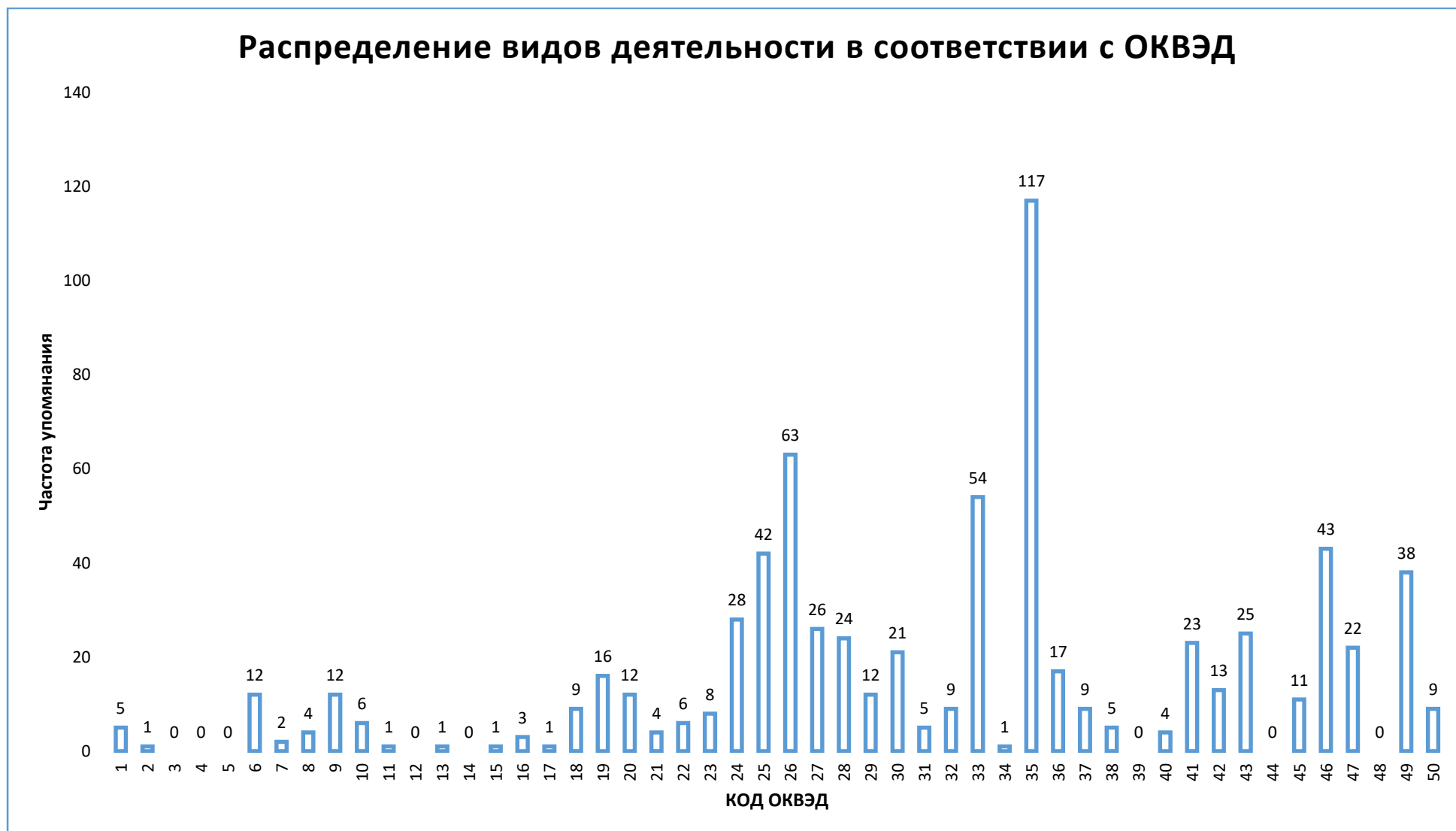


Рисунок 4.1 – Диаграмма распределения видов деятельности предприятий в соответствии с ОКВЭД (1-50)



Рисунок 4.2 – Диаграмма распределения видов деятельности предприятий в соответствии с ОКВЭД (51-99)

Таблица 4.1 – Частота упоминания сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений

№	Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений	Частота упоминания
1	Выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда	181
2	Выполнение работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством РФ о техническом регулировании	176
3	Осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством РФ требований промышленной безопасности к эксплуатации опасных производственных объектов	166
4	Выполнение государственных учетных операций и учет количества энергетических ресурсов	150
5	Осуществление деятельности в области охраны окружающей среды	127
6	Измерения, предусмотренные законодательством РФ о техническом регулировании	126
7	Осуществление деятельности в области обороны и безопасности государства	116
8	Осуществление деятельности в области здравоохранения	71
9	Осуществление торговли, выполнение работ по расфасовке товаров	65
10	Осуществление деятельности в области гидрометеорологии, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды	59
11	Осуществление деятельности в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах	58
12	Осуществление геодезической и картографической деятельности	45
13	Обеспечение безопасности дорожного движения	32
14	Осуществление деятельности в области использования атомной энергии	15
15	Выполнение поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти	14
16	Осуществление ветеринарной деятельности	9

№	Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений	Частота упоминания
17	Оказание услуг почтовой связи, учет объема оказанных услуг электросвязи операторами связи и обеспечение целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования	9
18	Осуществление мероприятий государственного контроля (надзора)	7
19	Проведение банковских, налоговых, таможенных операций и таможенного контроля	6
20	Проведение официальных спортивных соревнований, обеспечение подготовки спортсменов высокого класса	1
21	Деятельность вне сферы государственного регулирования ОЕИ	231



Рисунок 4.3 – Диаграмма частоты упоминания сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений.

4.1.2 Соотношение калибровочных работ к поверочным

Значения данного показателя варьируются в следующем диапазоне - минимальное 0 % и максимальное 647 %. На рисунке 4.4 представлена диаграмма соотношения объема калибровочных работ к поверочным.



Рисунок 4.4 – Соотношения объема калибровочных работ к поверочным.

Из рисунка видно, что большая часть значений показателя расположена ниже 100 %.

Если в качестве опорного значения показателя с учетом характера анализируемой выборки принять медианное значение, равное 21 %, то можно сделать вывод о том, что объемы поверочных работ почти в 5 раз превышают объемы калибровки.

4.1.3 Доля применяемых утвержденных типов средств измерений (СИ), типов стандартных образцов (СО) и эталонов отечественного производства

В таблице 4.2 приведены средние значения утвержденных типов СИ, типов СО и эталонов отечественного производства в % относительно всего применяемого респондентами парка СИ, СО и эталонов соответственно, классифицированные по видам измерений. Итоговые средние значения составляют: для СИ - 76,3 %, для СО - 60,0 %, для эталонов 72,5 %.

Таблица 4.2 – Средние значения утвержденных типов СИ, типов СО и эталонов отечественного производства в % относительно всего применяемого респондентами парка СИ, СО и эталонов

№	Вид измерений	Доля СИ утвержденных типов отечественного производства, %	Доля СО утвержденных типов отечественного производства, %	Доля утвержденных эталонов отечественного производства, %
1	Геометрические измерения	78,0	-	84,4
2	Механические измерения	79,0	-	82,0
3	Измерения расхода, уровня, вместимости	76,6	-	78,6
4	Измерения давления и вакуума	82,7	-	84,3
5	Физико-химические измерения	71,6	88,5	72,4
6	Температурные и теплофизические измерения	81,9	-	83,8
7	Измерения времени и частоты	84,1	-	74,6
8	Электрические и магнитные измерения	73,6	-	81,3
9	Радиотехнические измерения	62,0	-	72,7
10	Виброакустические измерения	73,3	-	62,4
11	Оптические и оптико-физические измерения	70,6	54,4	61,1
12	Измерения параметров ионизирующих излучений	82,0	37,2	32,5
	Итого:	76,3	60,0	72,5

Из приведенных данных следует, что доля применяемых отечественных СИ утвержденного типа и эталонов составляет в среднем не менее 75,0 %. При этом минимальное значение достигается для СИ – 62,0 % в таком важном наукоемком виде измерений как «Радиотехнические измерения», а для эталонов – 32,5 % в виде измерений «Измерения параметров ионизирующих излучений».

Обеспеченность СО отечественного производства несколько хуже, чем СИ и эталонами, и, приблизительно, соответствует в % соотношении доле применяемых импортных СО. По виду измерения параметров ионизирующих излучений обеспеченность СО отечественного производства составляет всего 37,2 %.

4.1.4 Востребованность видов измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и их влияние на критические технологии

В таблице 4.3 представлены средние значения оценок респондентами по 10-балльной шкале востребованности видов измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Графическая иллюстрация представлена на рисунке 4.5.

Таблица 4.3 – Средние значения оценок респондентами по 10-балльной шкале востребованности измерений по видам измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

№	Вид измерений	2018
1	Геометрические измерения	6,5
2	Механические измерения	6,2
3	Измерения расхода, уровня, вместимости	6,3
4	Измерения давления и вакуума	6,5
5	Физико-химические измерения	6,3
6	Температурные и теплофизические измерения	6,4
7	Измерения времени и частоты	5,9
8	Электрические и магнитные измерения	6,8
9	Радиотехнические измерения	6,5
10	Виброакустические измерения	6,2

11	Оптические и оптико-физические измерения	5,7
12	Измерения параметров ионизирующих излучений	5,4
	Область назначения специальных СИ	
13	СИ медицинского назначения	5,3
14	СИ служб экологии	5,6
15	СИ в картографии и навигации	5,5
16	СИ в службах связи	6,4
17	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса	6,8
18	Измерительные системы и элементы ИС	6,9
19	СИ характеристик средств транспорта	5,4



Рисунок 4.5 – Средние значения оценок респондентами по 10-балльной шкале востребованности измерений по видам измерений

Для оценки уровня востребованности измерений по видам измерений была введена следующая градация для средних значений:

Не более 5 – низкий;

более 5, но не более 7,5 – средний;

более 7,5 – высокий.

Из представленных данных следует, что в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений все виды измерений имеют практически одинаковую востребованность, уровень которой можно оценить, как «средний».

В таблице 4.4 представлена зависимость критических технологий от количества видов измерений, выполняемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что 22 из 27 критических технологий (81 %) зависят от состояния дел в не менее, чем 10 (≈ 53 %) видах измерений и областях назначения специальных СИ (таблица 3). Это говорит о значимости метрологического обеспечения для успешного поддержания и развития критических технологий.

Таблица 4.4 – Зависимость критических технологий от количества видов измерений, выполняемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

№ п/п	Критическая технология	Количество видов измерений
1	Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.	19
2	Базовые технологии силовой электротехники.	15
3	Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.	1
4	Биомедицинские и ветеринарные технологии.	14
5	Геномные, протеомные и постгеномные технологии.	7
6	Клеточные технологии.	11
7	Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.	11
8	Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.	5
9	Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.	15

№ п/п	Критическая технология	Количество видов измерений
10	Технологии биоинженерии.	16
11	Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.	11
12	Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.	6
13	Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.	17
14	Технологии наноустройств и микросистемной техники.	9
15	Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.	14
16	Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.	10
17	Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.	11
18	Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.	12
19	Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.	19
20	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.	19
21	Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.	19
22	Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.	12
23	Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.	15
24	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.	15
25	Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.	13
26	Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.	19
27	Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.	19

На рисунке 4.6 представлена диаграмма частоты упоминания 9-ти критических технологий – лидеров применительно к измерениям в сфере государственного регулирования.

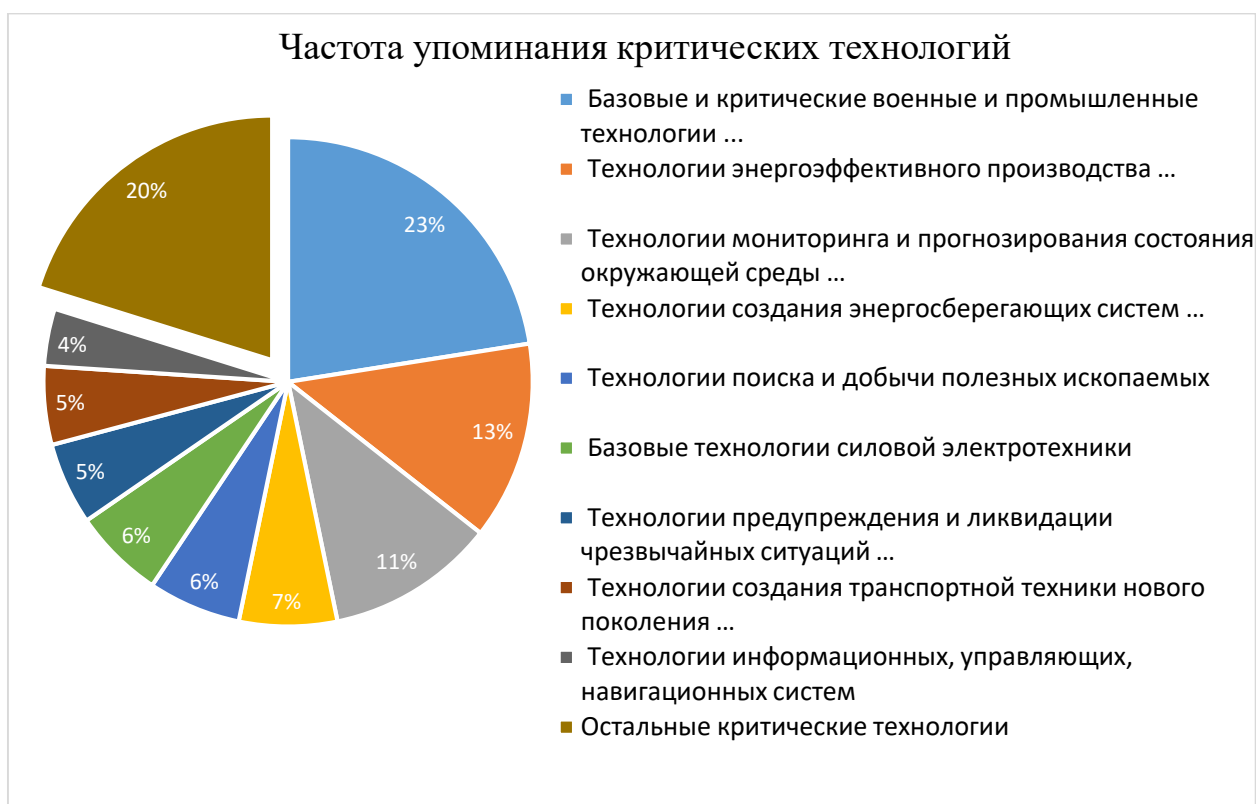


Рисунок 4.6 – Диаграмма частоты упоминаний критических технологий – лидеров

Безусловным лидером являются «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники» - 23 % от общего числа ссылок респондентов на критические технологии.

На рисунке 4.7 представлена диаграмма частоты упоминания 12 видов измерений и областей назначения специальных СИ применительно к критическим технологиям. Наиболее востребованными видами измерений для критических технологий являются температурные и теплофизические измерения, геометрические, электрические и магнитные измерения, физико-химические измерения, а также измерения давления и вакуума (рисунок 4.7).

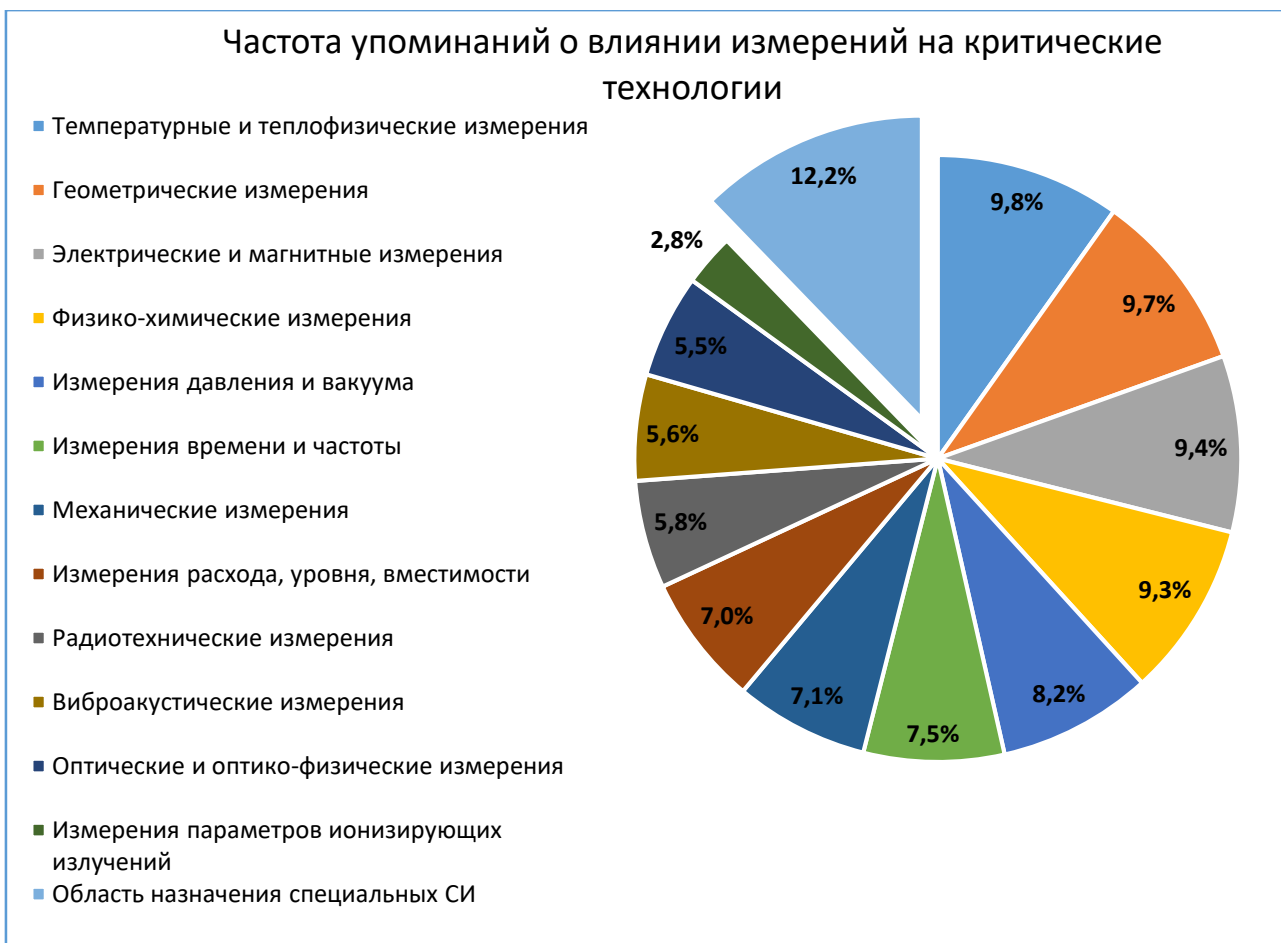


Рисунок 4.7 – Упоминания о влиянии измерений и областей назначения специальных СИ применительно к критическим технологиям

На основании ответов респондентов были получены средние значения оценок степени влияния результатов применения СИ (СО) на критические технологии по 10-балльной шкале.

Для анализа степени влияния результатов применения СИ (СО) на критические технологии данных была введена следующая градация степени влияния для средних значений:

- Не более 5 – слабая;
- более 5, но не более 7,5 – средняя;
- более 7,5 – сильная.

С учетом введенной градации в таблице 5 показаны критические технологии для которых степень влияния применения СИ (СО) указанных в ячейках видов измерений и специальных СИ оценивается как сильная и средняя соответственно. Из данных указанных в таблице следует, что по

степени влияния результатов применения СИ (СО) на критические технологии приоритетными являются оптические и оптико-физические измерения.

4.1.5 Обеспеченность стандартными образцами и методиками измерений

Средняя обеспеченность измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений стандартными образцами составила 77,5 %.

Средняя обеспеченность измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений методиками (методами) измерений составила 91,4 %.

В целом полученные показатели превышают плановые значения Стратегии.

4.1.6 Выводы по анализу результатов опроса, проведенного Росстандартом и Минпромторгом России

а). В основу анализа положены результаты опроса свыше 500 организаций и предприятий промышленности, государственных региональных центров метрологии и государственных научных метрологических институтов, что обеспечивает репрезентативность выборочных данных.

б). Деятельность респондентов осуществляется во всех сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений, определенных ч. 3 статьи 1 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений».

в). Соотношение калибровочных работ к поверочным составляет около 21 %, т.е. для респондентов, осуществляющих свою основную деятельность в областях, попадающих сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений, объемы поверочных работ почти в 5 раз превышают объемы калибровки.

Таблица 4.5 – Степень влияния применения СИ (СО) на критические технологии

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
1	Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники	<ul style="list-style-type: none"> - электрические и магнитные измерения; - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ в картографии и навигации; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения; - СИ медицинского назначения; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ в службах связи; - СИ характеристик средств транспорта;
2	Базовые технологии силовой электротехники	<ul style="list-style-type: none"> - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - геометрические измерения; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - температурные и теплофизические измерения; - механические измерения; - радиотехнические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
		<ul style="list-style-type: none"> - измерения расхода, уровня, вместимости; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - виброакустические измерения; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; 	
3	Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии		<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения;
4	Биомедицинские и ветеринарные технологии	<ul style="list-style-type: none"> - СИ медицинского назначения; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - виброакустические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
5	Геномные, протеомные и постгеномные технологии	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - СИ медицинского назначения; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений;
6	Клеточные технологии	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - СИ медицинского назначения; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений;
7	Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий		<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
			<ul style="list-style-type: none"> - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения;
8	Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии	- оптические и оптико-физические измерения;	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - измерения времени и частоты; - измерения расхода, уровня, вместимости;
9	Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - измерения параметров ионизирующих излучений; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ служб экологии; 	<ul style="list-style-type: none"> - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
			<ul style="list-style-type: none"> - радиотехнические измерения; - виброакустические измерения;
10	Технологии биоинженерии	<ul style="list-style-type: none"> - измерения давления и вакуума; - измерения времени и частоты; - измерения расхода, уровня, вместимости; - СИ медицинского назначения; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - электрические и магнитные измерения; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - виброакустические измерения; - СИ служб экологии;
11	Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - измерения параметров ионизирующих излучений; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
			<ul style="list-style-type: none"> - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения;
12	Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - СИ в службах связи; 	<ul style="list-style-type: none"> - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - радиотехнические измерения;
13	Технологии информационных, управляющих, навигационных систем	<ul style="list-style-type: none"> - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ характеристик средств транспорта; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
			<ul style="list-style-type: none"> - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ в картографии и навигации; - СИ в службах связи;
14	Технологии наноустройств и микросистемной техники	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерения давления и вакуума; - температурные и теплофизические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений; 	<ul style="list-style-type: none"> - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - геометрические измерения; - механические измерения; - радиотехнические измерения;
15	Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику	<ul style="list-style-type: none"> - СИ служб экологии; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
			<ul style="list-style-type: none"> - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - виброакустические измерения;
16	Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - температурные и теплофизические измерения; - механические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений;
17	Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - радиотехнические измерения; - СИ служб экологии; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - геометрические измерения; - механические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений;
18	Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; 	<ul style="list-style-type: none"> - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
		<ul style="list-style-type: none"> - измерения расхода, уровня, вместимости; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; 	<ul style="list-style-type: none"> - геометрические измерения; - радиотехнические измерения; - виброакустические измерения;
19	Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - температурные и теплофизические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения; - СИ медицинского назначения; 	<ul style="list-style-type: none"> - измерения времени и частоты; - геометрические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
		<ul style="list-style-type: none"> - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ служб экологии; - СИ в картографии и навигации; - СИ в службах связи; - СИ характеристик средств транспорта; 	
20	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ в картографии и навигации; - СИ в службах связи; - СИ характеристик средств транспорта; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - механические измерения; - СИ медицинского назначения; - СИ служб экологии;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
21	Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - температурные и теплофизические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ в картографии и навигации; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения; - СИ медицинского назначения; - СИ служб экологии; - СИ в службах связи;
22	Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерения параметров ионизирующих излучений; 	<ul style="list-style-type: none"> - Физико-химические измерения; - Измерения давления и вакуума; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - виброакустические измерения; - СИ медицинского назначения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
23	Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ характеристик средств транспорта; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - СИ медицинского назначения; - СИ в картографии и навигации;
24	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения		<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
			<ul style="list-style-type: none"> - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - измерения параметров ионизирующих излучений; - виброакустические измерения;
25	Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств		<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - радиотехнические измерения; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - измерения параметров ионизирующих излучений;

№	Критические технологии	Степень влияния	
		Сильная	Средняя
26	Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии	<ul style="list-style-type: none"> - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ в картографии и навигации; - СИ в службах связи; 	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - измерения времени и частоты; - температурные и теплофизические измерения; - геометрические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - механические измерения; - виброакустические измерения; - СИ служб экологии;
27	Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химические измерения; - измерения давления и вакуума; - электрические и магнитные измерения; - температурные и теплофизические измерения; - измерения расхода, уровня, вместимости; - измерительные системы (ИС) и элементы ИС; - СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса; - СИ служб экологии; 	<ul style="list-style-type: none"> - оптические и оптико-физические измерения; - измерения времени и частоты; - геометрические измерения; - механические измерения; - радиотехнические измерения; - виброакустические измерения;

г). Доля применяемых утвержденных типов средств измерений (СИ), типов стандартных образцов (СО) и эталонов отечественного производства составляет: для СИ - 76,3 %, для СО - 60,0 %, для эталонов 72,5 %.

При этом минимальное значение достигается для СИ – 62,0 % в таком важном наукоемком виде измерений как «Радиотехнические измерения», а для эталонов – 32,5 % в виде измерений «Измерения параметров ионизирующих излучений». Обеспеченность СО отечественного производства существенно хуже, чем СИ и эталонами, и, приблизительно, соответствует в % соотношению доле применяемых импортных СО.

д). Все виды измерений имеют практически одинаковую востребованность в сфере государственного регулирования, уровень которой можно оценить, как «средний».

Применительно к критическим технологиям следует отметить:

81 % критических технологий зависит от состояния дел в не менее, чем 53 % видов измерений и областей назначения специальных СИ;

безусловным лидером по упоминанию в связи с измерениями являются «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники» - 23 % от общего числа ссылок респондентов на критические технологии;

наиболее востребованными (по количеству упоминаний) видами измерений для критических технологий являются температурные и теплофизические измерения, геометрические, электрические и магнитные измерения, физико-химические измерения, а также измерения давления и вакуума;

по степени влияния результатов применения СИ (СО) на критические технологии приоритетными являются оптические и оптико-физические измерения;

сформирована таблица, содержащая информацию о степени влияния видов измерений и областей назначения специальных СИ на критические технологии.

е). Обеспеченность измерений стандартными образцами в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений составила 77,5 %, а методиками (методами) измерений - 91,4 %. В целом полученные показатели превышают плановые значения Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года.

4.2 Обобщенные результаты анализа отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики

4.2.1 Анализ тенденций развития науки и техники в Российской Федерации и формирование требований к развитию системы обеспечения единства измерений в Российской Федерации

Стратегическое планирование в области развития науки и техники в Российской Федерации определяется следующим комплексом нормативно-правовых документов:

- Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике»;
- Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года»;
- Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Правительством Российской Федерации 22.01.2014 г.);
- Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»;
- распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года»;

- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р «Об утверждении Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года ²;

- Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»;

- Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;

- Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»;

- Национальная технологическая инициатива;

- отраслевые документы стратегического планирования.

Всего проанализированы 31 государственная программа по направлениям «Новое качество жизни» и «Инновационное развитие и модернизация экономики» и документы стратегического планирования, утвержденные приведенными выше актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации.

Проведенный анализ отраслевых стратегий и государственных программ Российской Федерации позволяет выделить следующие из них для выявления и оценки новых измерительных задач и потребностей в измерениях:

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации;

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации;

Стратегия развития авиационной промышленности Российской Федерации;

Стратегия развития судостроительной промышленности Российской Федерации;

² Ведется разработка Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации до 2035 года, в связи с изменившимися условиями внешней среды, развитием науки и техники, Концепция в настоящий момент не отвечает современным требованиям, вызовам внешней и внутренней среды Российской Федерации.

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года;

Государственная программа «Развитие здравоохранения»;

Государственная программа «Развитие физической культуры и спорта»;

Государственная программа «Развитие науки и технологий» на 2013 - 2020 годы;

Государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика»;

Государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»;

Государственная программа «Развитие оборонно-промышленного комплекса»;

Государственная программа «Развитие авиационной промышленности на 2013 - 2025 годы»;

Государственная программа «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013 - 2030 годы»;

Государственная программа «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности»;

Государственная программа «Развитие атомного энергопромышленного комплекса»;

Государственная программа «Развитие транспортной системы»;

Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы»;

Государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики».

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, Прогнозе научно-технологического развития Российской Федерации, Национальной технологической инициативе и других документах государственного и отраслевого стратегического планирования нашли

отражение как общемировые тенденции³, так и специфические для Российской Федерации направления, которым в мировой метрологии не уделяется столь значимое внимание, связанные с:

- добычей и переработкой полезных ископаемых, прежде всего углеводородного топлива;

- освоением территории Российской Федерации за счет развития транспортно-логистической и информационно-коммуникационной инфраструктур, освоением и использованием воздушного и космического пространства, Арктики, континентального шельфа и пространства Мирового океана.

По данным направлениям формируются специфические запросы к метрологии для обеспечения этих процессов едиными, точными и достоверными измерительными технологиями.

Обобщая перспективные требования документов стратегического планирования Российской Федерации в области социально-экономического развития, развития науки и техники, обеспечения национальной безопасности целесообразно выделить следующие ключевые приоритеты, требующие развитие системы обеспечения единства измерений:

- развитие промышленности Российской Федерации, основанное на:

- 1) формировании мощного научно-технологического комплекса, обеспечивающего лидерство Российской Федерации в научных исследованиях и технологиях по приоритетным направлениям;

- 2) формировании центров глобальной компетенции в промышленности, сфере интеллектуальных услуг, новых материалов, распределенных киберфизических систем и других секторах экономики;

³ В их числе: новые технологии и материалы для производства; развитие киберфизических систем; вопросы экологии и состояния планеты; ресурсосберегающая и экологически чистая энергетика; медицина и безопасность продуктов питания; безопасность от угроз техногенного характера; развитие инфраструктуры транспорта и связи

3) выходе на мировые рынки с новыми высокотехнологичными продуктами;

4) модернизации высокотехнологичных отраслей экономики с помощью интенсивного технологического обновления массовых производств на базе новых энерго- и ресурсосберегающих экологически безопасных технологий;

5) развитии новых видов инфраструктур и материалов.

- формирование национальной инновационной системы, включающей систему научных исследований и разработок, развитие корпоративной науки, формирование у предприятий модели инновационного поведения, обеспечение экономики высокопрофессиональными кадрами и др.

Все перечисленные приоритетные направления требуют форсированного развития системы обеспечения единства измерений, в том числе с учетом наметившегося отставания по ряду областей ОЕИ от зарубежных метрологических систем.

Приоритетными задачами в области ОЕИ для обеспечения названных ключевых направлений развития в Российской Федерации являются:

- развитие эталонной базы Российской Федерации, включая содержание и совершенствование ГПЭ, совершенствование измерительных технологий, развитие прецизионных методов и средств измерений;

- повышение уровня метрологического обеспечения приоритетных направлений науки, технологий и техники;

- повышение уровня информатизации и автоматизации функционирования системы ОЕИ;

- решение задач по импортозамещению в области измерительной техники и поддержки отечественных приборостроителей;

- решение кадровых проблем системы ОЕИ и развитие кадрового потенциала в сфере метрологии, удовлетворение потребности отраслей экономики в квалифицированных метрологах.

Приоритетные области развития системы обеспечения единства измерений с учетом сложившихся тенденций развития экономики, науки и техники определяют стратегические цели, которые должны включать в себя:

- содержание и совершенствование ГПЭ;
- совершенствование измерительных технологий;
- развитие прецизионных методов и средств измерений;
- развитие кадрового потенциала.

4.2.2 Обобщенные результаты анализа отраслевых документов

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации

определяет, что научно-технологическое развитие может осуществляться по двум альтернативным сценариям:

импорт технологий и фрагментарное развитие исследований и разработок, интегрированных в мировую науку, но занимающих в ней подчиненные позиции;

лидерство по избранным направлениям научно-технологического развития в рамках как традиционных, так и новых рынков технологий, продуктов и услуг и построение целостной национальной инновационной системы.

Главными задачами, решаемыми для достижения стратегической цели политики Российской Федерации в области развития науки и технологий, являются:

1) повышение эффективности государственного участия в развитии науки и технологий, в том числе прикладных исследований и технологий, необходимых для обеспечения безопасности государства;

2) активизация инновационных процессов в национальной экономике и социальной сфере, развитие прорывных технологий, обеспечение рациональной интеграции отечественной науки и технологий в мировую инновационную систему в национальных интересах.

Актуальные задачи в рамках данных приоритетов реализуются в государственных программах Российской Федерации, таких, как "Развитие науки и технологий", "Развитие образования", "Экономическое развитие и инновационная экономика", "Развитие промышленности", "Информационное общество", программе «Цифровая экономика Российской Федерации» и других. При этом посредством государственных программ общая инновационная политика связана с решением задач инновационного развития в различных секторах экономики и социальной сферы.

Целью создания национальной системы поддержки инноваций и технологического развития, установленной распоряжением Правительства Российской Федерации является масштабное технологическое обновление производства на основе передовых научно-технических разработок, формирование конкурентоспособного национального сектора исследований и разработок, обеспечивающего переход экономики на инновационный путь развития, формирование у населения и предприятий модели инновационного поведения, поддержка процессов создания и распространения инноваций во всех отраслях экономики.

Ключевыми факторами формирования приоритетов Российской Федерации в части инновационного развития являются:

- ускорение технологического развития мировой экономики;
- усиление в мировом масштабе конкурентной борьбы, в первую очередь за высококвалифицированную рабочую силу и инвестиции, привлекающие в проекты новые знания, технологии и компетенции, то есть за факторы, определяющие конкурентоспособность инновационных систем;
- изменение климата, старение населения, проблемы систем здравоохранения - вызовы, с которыми сталкивается не только наша страна, но и человечество в целом. Указанные вызовы диктуют необходимость опережающего развития отдельных специфичных направлений научных исследований и технологических разработок, включая измерительные

технологии, энергетику, геномную медицину, новые технологии в сельском хозяйстве.

Для социально-экономического развития Российской Федерации необходимо учитывать важнейшие тренды, обуславливающие развитие мира в целом. Понимание взаимосвязей между важнейшими глобальными и национальными трендами, а также их влияния на научно-технологический комплекс Российской Федерации позволяет формировать эффективную государственную политику в сфере научных исследований и разработок.

Дальнейшее развитие системы технического регулирования распоряжением Правительства Российской Федерации отнесено к приоритетным направлениям развития базовых отраслей промышленности. Техническое регулирование предусматривает оценку соответствия требованиям технических регламентов, которая немыслима без обеспечения единства измерений. В этом направлении приоритетным является опережающее развитие технологий оценки соответствия, в том числе измерительных технологий.

Кроме перечисленных выше приоритетов развития измерительных технологий и измерительной техники следует рассматривать отдельные направления, не включенные в государственные программы развития национальной экономики, например, развитие промышленной и сервисной робототехники, аддитивные производственные технологии, новые материалы и др. В публичном аналитическом докладе Сколковского института науки и технологий за 2015 год указано о влиянии перечисленных направлений на развитие национальных экономик ведущих стран мира и тенденции по развитию данных направлений. Экономика Российской Федерации, претендуя на одну из ведущих экономик мира, так или иначе столкнется с необходимостью развития данных направлений.

Следует уделить внимание также таким направлениям, как квантовые технологии, технологии беспроводных сетей передачи данных, искусственный интеллект. В материалах мониторинга Сколковского

института науки и технологий в 2016 году указано о значительных вложениях зарубежных стран в развитие данных направлений. Соответственно следует ожидать возникновение спроса на измерительные технологии по данным направлениям.

В складывающейся ситуации приоритеты развития измерительных технологий и измерительной техники приобретают первостепенное значение для освоения новых направлений на мировом уровне.

Одним из основных принципов Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы является обеспечение государственной защиты интересов российских граждан в информационной сфере, к которым относятся в том числе вопросы передачи, получения, накопления, обработки и безопасного хранения информации.

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы устанавливает, что обеспечение национальных интересов при развитии информационного общества осуществляется путем реализации следующих приоритетов:

а) формирование информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений;

б) развитие информационной и коммуникационной инфраструктуры Российской Федерации;

в) создание и применение российских информационных и коммуникационных технологий, обеспечение их конкурентоспособности на международном уровне;

г) формирование новой технологической основы для развития экономики и социальной сферы;

д) обеспечение национальных интересов в области цифровой экономики.

Меры по реализации внутренней и внешней политики Российской Федерации в сфере применения информационных и коммуникационных

технологий, направленные на развитие информационного общества, формирование национальной цифровой экономики, обеспечение национальных интересов и реализацию стратегических национальных приоритетов, изложенные в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы, предусматривают замену импортного оборудования, программного обеспечения и электронной компонентной базы российскими аналогами, обеспечение технологической и производственной независимости и информационной безопасности.

В Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы при формировании информационного пространства знаний указано на необходимость создания и развития систем нормативно-правовой, информационно-консультативной, технологической и технической помощи в обнаружении, предупреждении, предотвращении и отражении угроз информационной безопасности граждан и ликвидации последствий их проявления, а также принятия мер по эффективному использованию современных информационных платформ для распространения достоверной и качественной информации российского производства.

Для обеспечения устойчивого функционирования информационной инфраструктуры Российской Федерации требуется заменить импортное оборудование, программное обеспечение и электронную компонентную базу российскими аналогами, обеспечить технологическую и производственную независимость и информационную безопасность, а также проводить непрерывный мониторинг и анализ угроз, возникающих в связи с внедрением новых информационных технологий.

Основными направлениями развития российских информационных и коммуникационных технологий, в которых просматриваются задачи необходимости разработки и внедрения новых измерительных технологий и измерительной техники, являются:

конвергенция сетей связи и создание сетей связи нового поколения;

обработка больших объемов данных;
искусственный интеллект;
доверенные технологии электронной идентификации и аутентификации;
робототехника и биотехнологии;
радиотехника и электронная компонентная база;
информационная безопасность.

В качестве ключевых направлений повышения конкурентоспособности российских информационных и коммуникационных технологий определены в том числе развитие науки, техники, технологий и развитие всего спектра сервисов цифровой экономики.

При создании российских информационных и коммуникационных технологий в Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы определена необходимость стимулирования фундаментальных и прикладных научных исследований в сфере информационных и коммуникационных технологий, выполняемых научно-исследовательскими организациями, а также разработки инновационного высокотехнологичного оборудования в указанной сфере.

Информационная безопасность сопровождается сертификацией программного обеспечения и оборудования на соответствие требованиям к информационной безопасности.

Все перечисленные направления развития информационных и коммуникационных технологий являются наукоемкими, требуют оценки правильности и достоверности принятых технических и технологических решений, а также оценки соответствия разработок заданным требованиям.

В этой связи приоритет обретают измерительные технологии, применяемые при сертификации программного обеспечения и оборудования в сфере информационных технологий.

Основами государственной политики в области развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу установлены приоритетные направления

государственной политики в области развития ОПК, наиболее важными из них являются:

а) совершенствование системы программно-целевого планирования ОПК;

б) повышение качества продукции военного назначения;

в) содействие формированию опережающего научно-технического задела и осуществлению ускоренной технологической модернизации организаций ОПК;

г) стимулирование и поддержка инновационного развития ОПК, реализации его конкурентных преимуществ, продвижения технологий и промышленной продукции, выпускаемой организациями ОПК на рынки высокотехнологичных товаров и услуг.

Потребность в измерениях в области развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации, учитывая динамичное развитие отрасли, не может быть детализирована в рамках документов стратегического планирования, так как может охватывать самые разные имеющиеся и перспективные измерительные технологии. Очевидно, что востребованными направлениями будут оценка соответствия при испытаниях и повышение точности измерений параметров военной продукции.

Результаты анализа проекта Стратегии развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года показали, что для сохранения и развития компетенций по разработке, производству, обслуживанию современной авиационной техники необходимо, используя накопленный научно-технологический потенциал, сконцентрировать внимание на решении следующих направлений возникновения измерительных задач: радиотехнические измерения, навигация, состав и свойства веществ и материалов, связь, датчиковая аппаратура.

На современном этапе с учетом прогнозируемых ресурсных и технических ограничений проектом Стратегии развития космической деятельности Российской Федерации до 2030 года и на дальнейшую

перспективу предлагается установление следующих приоритетов по использованию, исследованию и освоению космического пространства:

первый приоритет – развитие и использование космической техники, технологий и услуг в интересах удовлетворения потребностей социально-экономической сферы, науки, обороны и безопасности страны (космические комплексы и системы связи, дистанционного зондирования Земли, координатно-временного и навигационного обеспечения, космические средства для фундаментальных космических исследований);

второй приоритет – создание пилотируемых, транспортных и напланетных средств для решения задач освоения космического пространства, в том числе связанных с созданием многоразовой ракетно-космической системы;

третий приоритет – создание научно-технического задела для осуществления в составе международной кооперации пилотируемого полета на Марс, а также с созданием орбитальной станции нового поколения.

Анализ приоритетов научно-технологического развития космической деятельности Российской Федерации выявляют потребности в радиоизмерениях, оптических, координатно-временных и навигационных измерениях.

Развитие судостроительной промышленности Российской Федерации на период до 2035 года и дальнейшую перспективу, предусмотренное проектом Стратегии развития, предполагается осуществлять согласно приоритетам развития военного и гражданского кораблестроения.

Анализ приоритетов научно-технологического развития отечественного военного и гражданского кораблестроения выявляют потребности в радиотехнических, гидроакустических измерениях, измерениях свойств веществ и материалов.

Прогнозом научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года определены следующие приоритетные направления развития науки, технологий и техники:

информационно-коммуникационные технологии;
науки о жизни (биотехнологии; медицина и здравоохранение);
новые материалы и нанотехнологии;
транспортные и космические системы;
энергоэффективность и энергосбережение.

Для каждого приоритетного направления с учетом мировых тенденций выделены возможности, определяющие перспективы его развития, а также определены приоритеты перспективных научных исследований, необходимые для создания выделенных продуктов и услуг.

Развитие приоритетного направления «информационно-коммуникационные технологии» в средне- и долгосрочной перспективе определяется следующими окнами возможностей:

исследования в области коммуникационных инфраструктур с терабитовыми скоростями передачи информации;

защиты компьютерных инфраструктур;

перспективных средств и программных систем защиты данных;

новых принципов биометрической идентификации, обработки, интеграции и анализа мультимодальных биометрических данных;

создания компактных источников энергии для долговременного питания цифровых устройств массового применения;

компонентов и устройств, существенно снижающих воздействие на здоровье человека;

технологий высокоскоростной передачи информации (свыше 1 терабита в секунду);

работа со сверхбольшими объемами данных;

умные инфраструктуры;

моделирование человеческого интеллекта, когнитивные модели сознания и поведения;

разработка биоподобных и антропоморфных робототехнических устройств, развитие средств «технического» зрения;

производство и поддержание функционирования суперкомпьютеров;
развитие технологий и инфраструктуры выделенных центров предсказательного суперкомпьютерного моделирования;
высокопроизводительные центры обработки данных;
новые принципы, модели и процессы автоматизированного управления большими системами, организации вычислений;
развитие платформ высокопроизводительных вычислений;
разработка технологий распознавания и анализа голоса, фото, видео и других типов изображений и сложных медийных носителей информации;
создание прорывных квантовых технологий;
разработка новых подходов и технологий в микро- и нано-электронике.

Из перечисленного следует, что приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в направлении «информационно-коммуникационные технологии» исходят из требований к качеству материалов, параметров каналов передачи данных, качеству преобразования исходной информации и др.

Развитие приоритетного направления «биотехнологии» в средне- и долгосрочной перспективе определяется следующими окнами возможностей:

экономические и социальные;
научно-технологические.

В числе научно-технологических возможностей представляют интерес следующие возможности:

высокопроизводительные методы анализа геномов;
развитие технологий синтетической биологии, метаболической инженерии и биоинженерии;
распространение материалов с новыми свойствами и технологий «зеленого» строительства и др.

Из перечисленного следует, что приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в направлении «биотехнологии» исходят из требований к качеству анализа состава и свойств материалов,

параметров каналов передачи данных, качеству преобразования исходной информации и др.

Развитие приоритетного направления «медицина и здравоохранение» в средне- и долгосрочной перспективе определяется следующими окнами возможностей:

экономические и социальные;

научно-технологические.

В числе научно-технологических возможностей представляют интерес следующие возможности:

возможность прижизненной визуализации структурно и функционально измененных клеток;

распространение «умных» лекарств;

появление электронных аналогов органов чувств и др.

Из перечисленного следует, что приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в направлении «медицина и здравоохранение» исходят из требований к качеству измерительной информации, получаемой посредством диагностической аппаратуры, анализа состава и свойств материалов, измерениям параметров биосигналов и др.

Развитие приоритетного направления «новые материалы и нанотехнологии» в средне- и долгосрочной перспективе определяется следующими окнами возможностей:

экономические и социальные;

экологические;

научно-технологические.

В числе экологических возможностей представляют интерес следующие возможности:

ужесточение требований безопасности зданий и сооружений, потребительских товаров, транспорта, объектов инфраструктуры, производственных процессов;

повышение экологических требований к зданиям и сооружениям, к продуктам питания, к потребительским товарам, к экологичности транспортных средств.

В числе научно-технологических возможностей представляют интерес следующие возможности:

- разработка новых типов материалов;
- разработка перспективных преобразователей солнечной энергии;
- оптических материалов для светотехники;
- перспективных методов диагностики материалов и др.

Из перечисленного следует, что приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в направлении «новые материалы и нанотехнологии» исходят из требований к получению измерительной информации по результатам экспертизы безопасности и экологичности зданий и сооружений, транспорта, продуктов питания, к качеству анализа состава и свойств материалов и методов диагностики материалов.

Развитие приоритетного направления «транспортные и космические системы» в средне- и долгосрочной перспективе определяется следующими окнами возможностей:

- транспортные авиационные системы;
- космические системы;
- автомобильные транспортные системы.

Из перечисленных возможностей представляют интерес следующие:

- переход на новые конструкционные материалы;
- развитие интеллектуальных систем управления летательными аппаратами;
- освоение в ближнем космическом пространстве высокотехнологичных производственных циклов в условиях невесомости;
- совершенствование средств исследования дальнего космоса, межпланетных коммуникаций;
- развитие космической медицины пилотируемых полетов;

внедрение интеллектуальных транспортных систем и др.

Из перечисленного следует, что приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в направлении «транспортные и космические системы» исходят из требований к качеству анализа состава и свойств материалов, созданию интеллектуальных датчиков и измерительных систем, получению измерительной информации при моделировании производства в условиях невесомости и др.

Развитие приоритетного направления «энергоэффективность и энергосбережение» в средне- и долгосрочной перспективе определяется следующими окнами возможностей:

экономические и социальные;

научно-технологические.

В числе научно-технологических возможностей представляют интерес следующие возможности:

обеспечения безопасности атомных электростанций;

разработка новых методов прогнозирования и управления в энергетике

создание интеллектуальных энергетических систем;

повышение уровня безопасности энергетических технологий;

улучшение экологических характеристик энергетических технологий и

др.

Из перечисленного следует, что приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в направлении «энергоэффективность и энергосбережение» исходят из требований к качеству измерительной информации о состоянии техники, технических и технологических процессов при производстве энергии, созданию новой датчиковой аппаратуры, в том числе интеллектуальных датчиков, а также к средствам контроля выбросов и характеристик окружающей среды.

Таким образом, проведенный анализ стратегий развития отраслей промышленности показал, что установленные в них основные направления и приоритеты развития согласуются с критическими технологиями,

включенными в Перечень критических технологий Российской Федерации (всего 27 технологий), и позволил установить наиболее значимые технологии в части развития эталонной базы Российской Федерации, к числу которых целесообразно отнести:

базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники;

базовые технологии силовой электротехники;

биомедицинские и ветеринарные технологии;

технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;

технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам;

технологии информационных, управляющих, навигационных систем;

технологии наноустройств и микросистемной техники;

технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения;

технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения;

технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.

Приоритеты развития измерительных технологий и измерительной техники находят дальнейшее отражение в государственных программах Российской Федерации.

4.2.3 Результаты анализа государственных программ Российской Федерации

Результаты анализа государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» показывает потребность в развитии в первую очередь измерительных технологий и измерительной техники при

диагностировании, профилактике и лечении заболеваний системы кровообращения, онкологических заболеваний и туберкулеза.

Одной из задач, способствующих достижению результатов, предусматриваемых Государственной программой Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта», является формирование условий для осуществления конкурентоспособных прикладных научных исследований и экспериментальных разработок, направленных на развитие спорта высших достижений, что предполагает заинтересованность в развитии измерений физико-химического состава и свойств веществ.

Хотя характеристика проблемы, на решение которой направлена Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий», указывает на потребность опережающего развития отдельных специфичных направлений научных исследований и технологических разработок («чистая» энергетика, персонафицированная медицина, новые технологии в сельском хозяйстве), содержание, цели и задачи программы, подпрограммы «Фундаментальные научные исследования» и подпрограмма «Развитие сектора прикладных научных исследований и разработок» ориентированы на развитие всей научной и технической основы системы обеспечения единства измерений.

Государственная программа Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» в подпрограмме «Стимулирование инноваций» выявляет задачу развития сравнительно нового направления измерительных технологий и измерительной техники – нанометрологии. В этой связи очевидной является необходимость проведения соответствующих исследований по поиску путей решения задач обеспечения единства измерений в nanoиндустрии.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»

Организация серийного производства отечественных станков, продукции тяжелого машиностроения, энергетического машиностроения, отечественного информационно-программного обеспечения на основе вновь

созданных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предполагает заинтересованность в развитии измерений геометрических, физических, электрических и магнитных величин, элементов измерительных систем, в том числе измерительные технологии, характерные для области станкостроения, такие, как линейно-угловые измерения, измерения свойств и характеристик веществ и материалов, измерения механических величин.

подпрограмма «Развитие легкой и текстильной промышленности, народных художественных промыслов, индустрии детских товаров» позволяет выделить приоритетные измерительные технологии в области испытаний и сертификации продукции легкой промышленности, в том числе индустрии детских товаров.

подпрограмма «Развитие производства традиционных и новых материалов» предполагает разработку новых технологий в отрасли производства композитных материалов, прошедших опытную отработку и готовых к коммерциализации или переданных в производство, что отображает заинтересованность в физико-химических измерениях.

Основными задачами подпрограммы «Развитие системы технического регулирования, стандартизации и обеспечение единства измерений» являются: развитие системы технического регулирования, совершенствование национальной системы стандартизации, содействие соблюдению требований технических регламентов Таможенного союза, обеспечение единства измерений в интересах повышения качества жизни населения и конкурентоспособности экономики, содействие внедрению промышленными предприятиями наилучших доступных технологий, технической модернизации отраслей промышленности при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду.

Основные направления государственной программы предусматривают мероприятия в части развития эталонной базы и совершенствования экспериментально-испытательной базы предприятий промышленности.

Следует отметить, что достижение целей и выполнение задач, установленных государственной программой «Развитие промышленности и

повышение ее конкурентоспособности», способствуют также мероприятия в системе технического регулирования, стандартизации и обеспечение единства измерений, направленные выполнение следующих задач:

развитие системы технического регулирования и обеспечение единства измерений;

развитие доказательной базы для оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза; формирование и ведение федерального каталога продукции для федеральных государственных нужд; актуализация Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов;

поддержка организаций в области обеспечения единства измерений; выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области технического регулирования, стандартизации, обеспечения единства измерений.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса» нацелена на повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции на основе реализации инновационного потенциала и стимулирования развития оборонно-промышленного комплекса и предусматривает развитие измерений по всей отрасли.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013 - 2025 годы» нацелена на создание высококонкурентной авиационной промышленности и закрепление ее позиции на мировом рынке в качестве третьего производителя по объемам выпуска авиационной техники и выявляет соответствующие приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники, в первую очередь в областях создания новых материалов, радиоизмерений, измерений геометрических величин.

В рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013 - 2030 годы» предусмотрено основное мероприятие "Государственная

поддержка организаций судостроительной промышленности в целях технического перевооружения уникальных исследовательских, испытательных комплексов и стендов, развития полигонной базы", направленное на техническое перевооружение уникальных исследовательских, испытательных комплексов и стендов в основных концернах отрасли; техническое перевооружение, модернизацию и реконструкцию полигонов для проведения испытаний морской техники, что повлечет новые измерительные задачи, методики (методы) измерений в отрасли.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» нацелена на создание инновационной российской фармацевтической и медицинской промышленности мирового уровня и, возможно, выявляет приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники и предполагает разработку новых средств диагностирования и новых материалов, что повлечет появление новых измерительных задач в области оценки качества, состава и свойств материалов, физико-химических измерений.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» нацелена на сохранение геополитических позиций Российской Федерации в условиях соблюдения режима нераспространения ядерных материалов и технологий, обеспечение стабильного развития атомного энергопромышленного комплекса в интересах инновационного развития российской экономики и безопасного использования атомной энергии и выявляет приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники в следующих областях измерений: температурные и теплофизические измерения, измерения параметров ионизирующих излучений, физико-химические измерения, электрические и магнитные измерения.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы» нацелена на повышение конкурентоспособности транспортной системы Российской Федерации на мировом рынке

транспортных услуг, повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы, повышение доступности транспортных услуг для населения, ускорение товародвижения и снижение транспортных издержек в экономике и, возможно, выявляет приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники, при решении задачи развития интегрированной системы контроля безопасности на транспорте.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» нацелена на обеспечение продовольственной независимости Российской Федерации, ускоренное импортозамещение сельскохозяйственной продукции, повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках и выявляет приоритеты в развитии измерительных технологий и измерительной техники, в частности, по измерениям в области веществ и материалов, физико-химических измерений.

Предусмотренная государственной программой Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» развитие энергосбережения и повышение энергоэффективности осуществляется благодаря модернизации системы коммерческого учета электроэнергии, обновления производственной базы электроэнергетики на базе отечественных передовых энергетических технологий, что предполагает заинтересованность в развитии измерений электротехнических и магнитных величин.

4.2.4 Выводы по результатам анализа отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики позволяют сформулировать следующую совокупность приоритетных направлений развития измерительных технологий и измерительной техники:

- оценка соответствия продукции;
- анализ состава и свойств материалов;
- параметры каналов передачи данных;

сохранение исходной информации при его преобразовании в цифровую форму;

достоверность измерительной информации, получаемой посредством диагностической аппаратуры;

измерение параметров биосигналов;

экспертиза безопасности и экологичности зданий и сооружений, транспорта, продуктов питания;

создание интеллектуальных датчиков и измерительных систем;

моделирование производства в условиях невесомости;

контроль состояния техники, технических и технологических процессов при производстве энергии;

контроль производственных выбросов и характеристик окружающей среды.

При этом необходимо отметить, что содержащиеся в проанализированных документах сведения не предоставляют полной и объективной информации в интересах прогнозирования потребности в измерениях. Получаемая информация требует детализации для выявления измерительных потребностей с использованием информации из других источников, в том числе из документов, разрабатываемых в целях реализации отраслевых стратегий и национальных программ по развитию различных отраслей экономики, информационных фондов, а также мнений экспертов, специализирующихся по конкретным видам измерений или областям деятельности.

4.3 Результаты анализа информации, содержащийся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений в период с 2014 по 2018 гг.

Аттестованные методики измерений

В разделе «Аттестованные методики (методы) измерений» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений представлены сведения о 32 281 методиках (методах) измерений. Из них 15 611 методик (методов) измерений были аттестованы в период с 2014 по 2018 гг.

На рисунке 4.8 представлена диаграмма распределения методик (методов) измерений по видам измерений, аттестованных в период с 2014 по 2018 гг.



Рисунок 4.8 – Диаграмма распределения методик (методов) измерений по видам измерений, аттестованных в период с 2014 по 2018 гг.

Из диаграммы следует, что за последние 5 лет номенклатура аттестованных методик (методов) измерений развивалась, в первую очередь, за счет таких видов измерений, как «Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ», «Физико-химические измерения» и «Электрические и магнитные измерения», которые обеспечили более 88 % прироста.

Динамика числа аттестованных методик (методов) измерений за последние 5 лет представлена на рисунке 4.9.

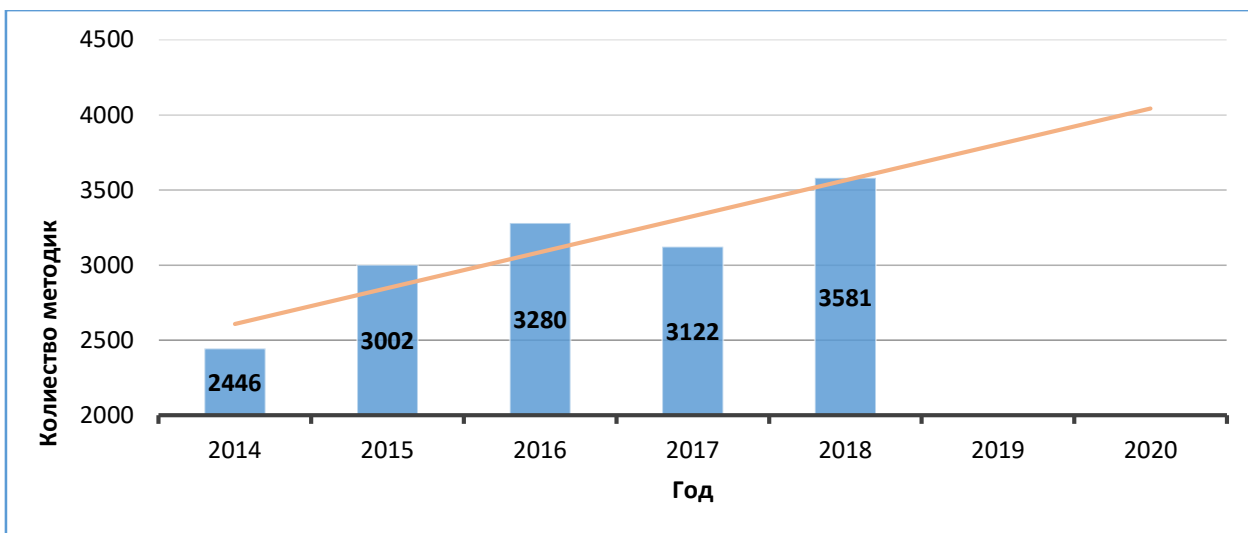


Рисунок 4.9 – Динамика числа аттестованных методик в ФИФ ОЕИ

Эталоны единиц величин

В разделе «Эталоны единиц величин» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений представлены сведения о 94 582 утвержденных эталонах единиц величин. Из них 76 316 эталонов единиц величин были утверждены в период с 2014 по 2018 гг.

Динамика числа утвержденных эталонов единиц величин за последние 5 лет представлена на рисунке 4.10.

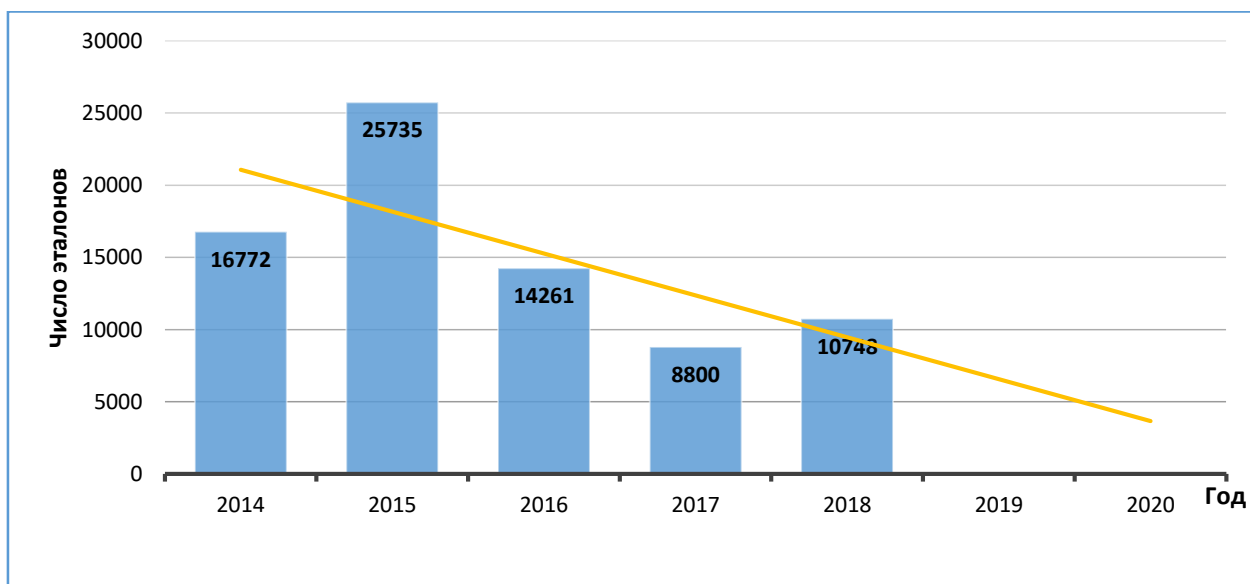


Рисунок 4.10 – Динамика числа утвержденных эталонов единиц величин по годам

Наблюдаемый отрицательный тренд может быть связан с постепенным переходом процесса утверждения эталонов единиц величин в стационарный режим после активной фазы роста в 2013-2015 гг., когда этот процесс был запущен. Происходит «истощение» парка эксплуатируемых эталонов единиц величин, не прошедших утверждение. При этом пополнение парка эксплуатируемых эталонов единиц величин новыми средствами пока не компенсирует это «истощение».

Стандартные образцы утвержденного типа

В разделе «Утвержденные типы стандартных образцов» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений представлены сведения о 6 042 типах СО.

На рисунке 4.11 представлена диаграмма числа утвержденных типов СО в разделе ФИФ ОЕИ с 2014 по 2018 гг. Диаграмма наглядно демонстрирует линейный тренд увеличения утвержденных типов СИ. Это позволяет говорить об устойчивом спросе на новые СО утвержденного типа.

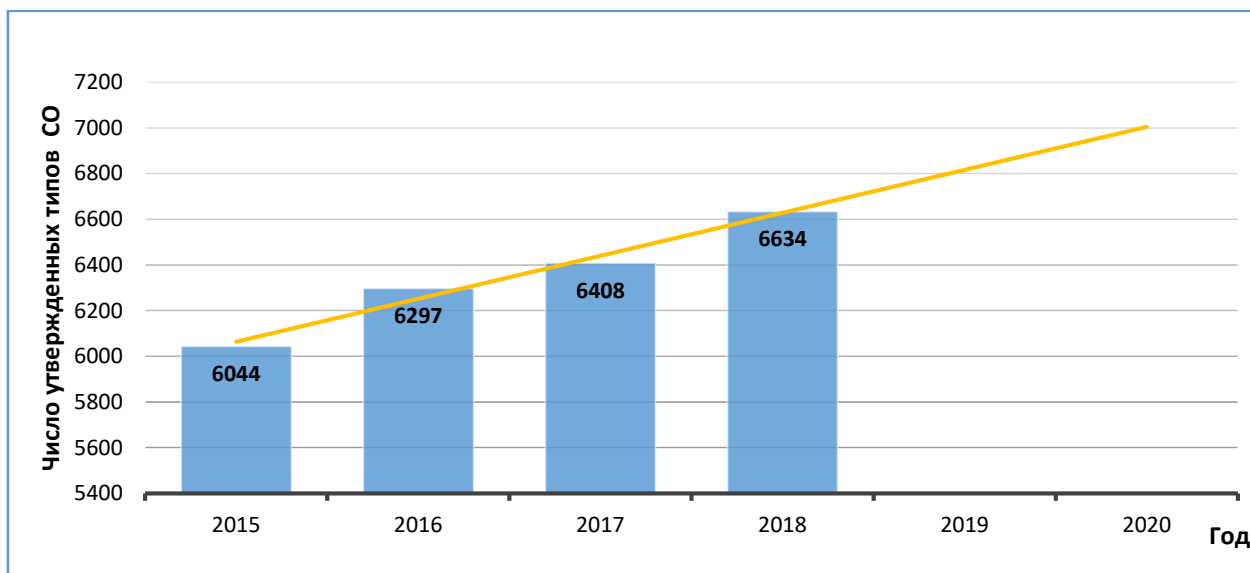


Рисунок 4.11 – Диаграмма числа утвержденных типов СО с 2014 по 2018 гг.

Средства измерений утвержденного типа

В разделе «Утвержденные типы средств измерений» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений представлены

сведения о 88 536 типах СИ. Из них 17622 типа СИ были утверждены в период с 2014 по 2018 гг.

На рисунке 4.12 представлена диаграмма распределения типов СИ, утвержденных в период с 2014 по 2018 гг., по видам измерений. Из диаграммы следует, что за последние 5 лет номенклатура утвержденных типов СИ развивалась, в первую очередь, за счет таких видов измерений, как «Измерения электрических и магнитных величин» (40 % от всех утвержденных типов) и «Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ». Это, очевидно, связано с массовой установкой бытовых счетчиков в сфере ЖКХ.

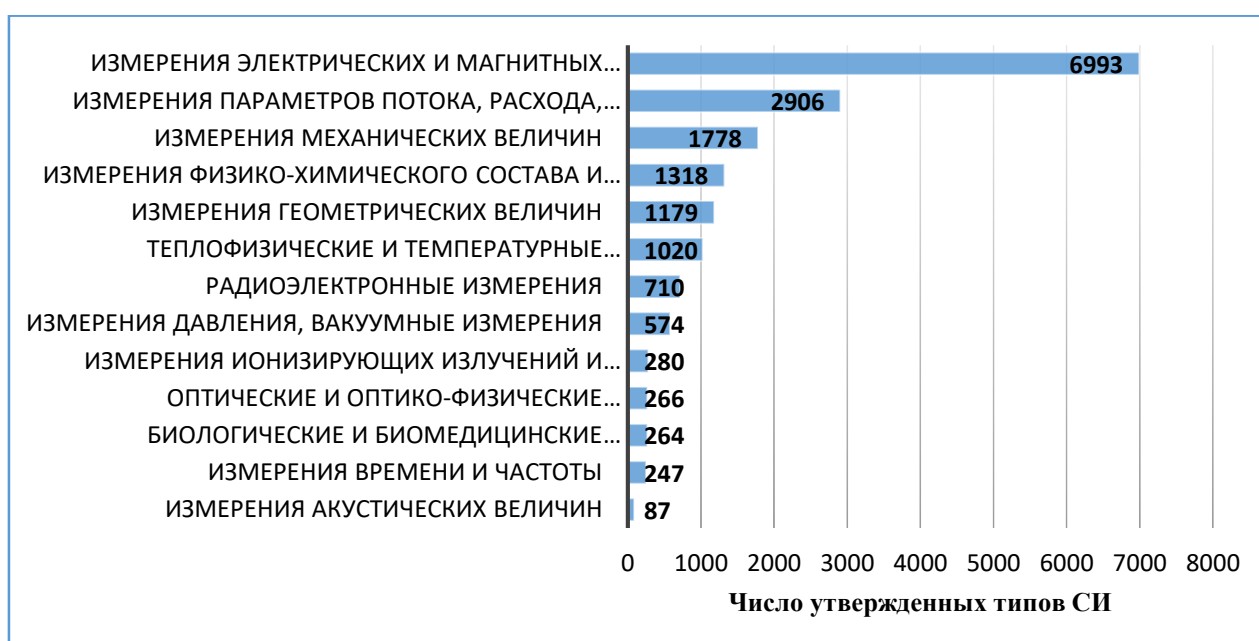


Рисунок 4.12 – Диаграмма распределения типов СИ по видам измерений, утвержденных в период с 2014 по 2018 гг.

Динамика числа утвержденных типов СИ за последние 5 лет представлена на рисунке 4.13. В целом наблюдается линейный тренд ежегодного увеличения утвержденных типов СИ. При этом можно отметить небольшой провал по отношению к тренду в период 2015-2016 гг., который совпадает с периодом адаптации российской экономики к работе в условиях санкций.

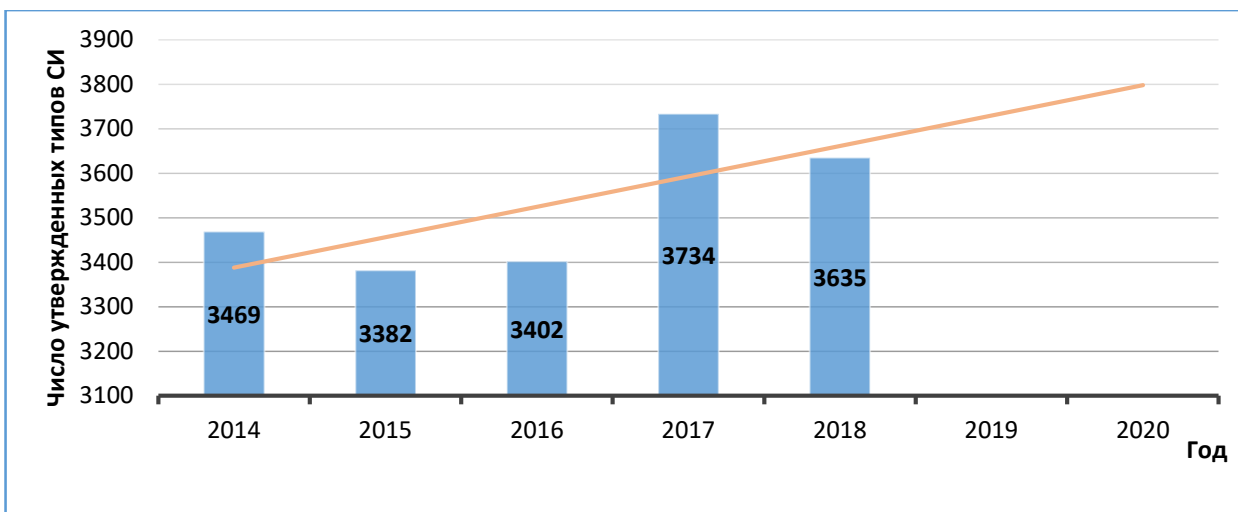


Рисунок 4.13 – Динамика числа утвержденных типов СИ по годам

Поверки средств измерений

В разделе «Сведения о результатах поверки средств измерений» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений представлены сведения о 242 млн результатах поверки СИ. Из них 154,7 млн. результатов поверок было получено в период с 2014 по 2018 гг.

Сведения о результатах поверки СИ показывают неравномерную тенденцию к росту (рисунок 4.14). Количество результатов поверок достигает максимума - 37,4 млн. в 2017 году. Это может быть связано с соответствующим максимумом в 2017 г. числа утвержденных типов СИ – начало выпуска большой номенклатуры утвержденных типов СИ, которые после выпуска прошли первичную поверку.

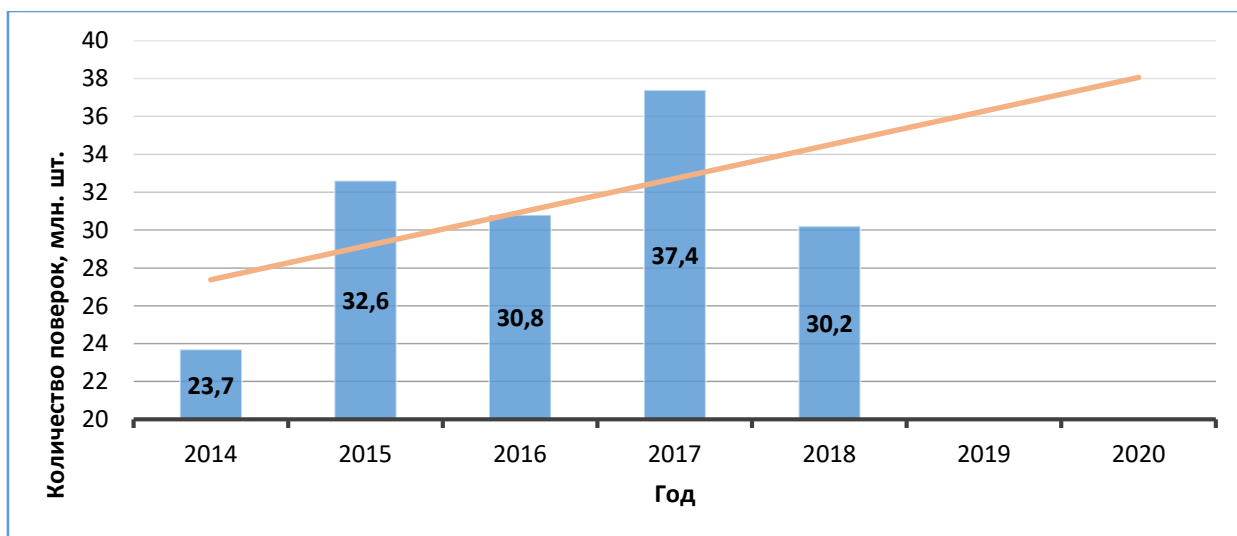


Рисунок 4.14 – Динамика числа результатов поверок в ФИФ ОЕИ

Выводы по результатам анализа информации, внесенной в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в период с 2014 по 2018 гг.

1. Зарегистрированы сведения о 32 281 методиках (методах) измерений. Номенклатура аттестованных методик (методов) измерений увеличивалась, в первую очередь, за счет таких видов измерений, как «Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ», «Физико-химические измерения» и «Электрические и магнитные измерения», которые обеспечили более 88 % прироста.

2. Утверждены 94 582 эталонов единиц величин. Номенклатура утвержденных эталонов единиц величин демонстрирует отрицательный тренд, который может быть связан с постепенным переходом процесса утверждения эталонов единиц величин в стационарный режим после активной фазы роста в начале - 2013-2015 гг. Происходит «истощение» парка эксплуатируемых эталонов единиц величин, не прошедших утверждение. При этом пополнение парка эксплуатируемых эталонов единиц величин новыми средствами пока не компенсирует это «истощение».

3. Утверждено 17622 типа СИ. Номенклатура утвержденных типов СИ увеличивалась, в первую очередь, за счет таких видов измерений, как «Измерения электрических и магнитных величин» (40 % от всех утвержденных типов) и «Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ». Это, очевидно, связано с массовой установкой бытовых счетчиков в сфере ЖКХ. В целом наблюдается линейный тренд ежегодного увеличения утвержденных типов СИ.

4. В разделе «Утвержденные типы стандартных образцов» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений представлены сведения о 6 042 типах СО. Наблюдается линейный тренд увеличения утвержденных типов СИ. Это позволяет говорить об устойчивом спросе на новые СО утвержденного типа.

5. Зарегистрированы сведения о 154,7 результатах поверки СИ. Количество результатов поверок достигает максимума - 37,4 млн. в 2017 году. Это может быть связано с соответствующим максимумом в 2017 г. числа утвержденных типов СИ – начало выпуска большой номенклатуры утвержденных типов СИ, которые после выпуска прошли первичную поверку.

5. Результаты прогноза потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 - 2025 годы

5.1 Прогноз основных направлений развития экономики и общества, требующих совершенствования измерительных технологий

Основными направлениями экономического развития, связанными с общемировыми трендами, требующими совершенствования измерительных технологий являются:

1. Устойчивая конкурентоспособность и инновационная деятельность во всех областях экономики и социальной сферы.

2. Здравоохранение (диагностика, терапия и фармацевтическая продукция), антидопинговый контроль, производство продуктов питания, биотехнологии, нанотехнологии, производство современных материалов, энергетика (включая новые источники энергии), исследование изменения климата и окружающей среды, транспорт, воздушно-космические технологии, судебная медицина и безопасность.

3. Обеспечение надежности информационных технологий и коммуникаций в части гарантий безопасности и корректной обработки результатов измерений.

4. Оценка соответствия санитарным и фитосанитарным нормам.

5. Нанотехнологии, производство современных материалов и исследования свойств веществ и материалов.

6. Биотехнологии и микробиология в части количественного определения и установления прослеживаемости измерений по оценке свойств генов, протеинов, клеток.

7. Производство стандартных образцов для обеспечения потребности клинической и аналитической химии, фармацевтического анализа, анализа пищевых продуктов.

Результаты анализа отраслевых стратегий и национальных программ Российской Федерации по развитию различных отраслей экономики выявляют

следующие приоритетные области, в которых актуально развитие измерительных технологий и измерительной техники:

1. Оценка соответствия продукции.
2. Анализ состава и свойств материалов.
3. Измерение параметров каналов передачи данных.
4. Сохранение исходной информации при ее преобразовании в цифровую форму.
5. Достоверность измерительной информации, получаемой посредством диагностической аппаратуры.
6. Измерение параметров биосигналов.
7. Экспертиза безопасности и экологичности зданий и сооружений, транспорта, продуктов питания.
8. Создание интеллектуальных датчиков и измерительных систем.
9. Контроль состояния техники, технических и технологических процессов при производстве энергии.
10. Контроль производственных выбросов и характеристик окружающей среды.

Проведенный анализ отраслевых стратегий и национальных программ Российской Федерации по развитию различных отраслей экономики показал, что установленные в них основные направления и приоритеты развития согласуются с критическими технологиями, включенными в Перечень критических технологий Российской Федерации. При этом можно выделить критические технологии в наибольшей степени насыщенные соответствующими измерительными задачами:

1. Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
2. Базовые технологии силовой электротехники.
3. Биомедицинские и ветеринарные технологии.

4. Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.

5. Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.

6. Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.

7. Технологии наноустройств и микросистемной техники.

8. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.

9. Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.

10. Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.

В интересах эффективного решения задач по разработке измерительных технологий, увязанных с приведенными выше направлениями развития экономики и критическими технологиями, необходимо решение следующих задач:

1. Обеспечение прослеживаемости результатов измерений, контроля и испытаний к принятым опорным величинам, эталонам и первичным референтным методикам измерений с показателями точности, соответствующими установленным требованиям для создания условий конкурентоспособности российских производителей на внутренних и международных рынках, инновационной деятельности во всех областях промышленности, а также достижения целей, изложенных в национальных проектах и государственных программах развития.

2. Разработка и внедрение новых измерительных технологий, в первую очередь, в таких областях деятельности промышленных предприятий и учреждений социальной сферы, как:

- здравоохранение (диагностика, терапия и фармацевтическая продукция);

- производство продуктов питания (включая ветеринарный контроль);

- биотехнологии;
- производство современных материалов (включая конструкционные, строительные и др.);
- энергетика (включая новые источники энергии);
- охрана окружающей среды и исследование изменений климата;
- развитие всех видов транспорта;
- безопасность (включая безопасность труда и контроль специальных условий труда).

3. Развитие информационных технологий и коммуникаций, и их использование при развитии измерительных технологий и оказании метрологических услуг.

4. Создание целого ряда новых эталонов, стандартных образцов, а также методов измерений в области физики, химии и биологии, связанных с созданием новых материалов, развитием новых технологий и, в частности, с принятием новых определений основных единиц системы SI.

5. Проведение работ по совершенствованию методологии анализа и прогнозирования измерительных потребностей экономики и общества.

6. Обязательное метрологическое сопровождение разработки отраслевых стратегий и национальных программ Российской Федерации по развитию различных отраслей экономики путем проведения метрологической экспертизы.

5.2 Прогноз востребованности измерений по видам измерений

В таблице 5.1 представлены средние значения прогнозных оценок респондентами по 10-балльной шкале востребованности видов измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений на 2020 и 2025 годы. Графическая иллюстрация представлена на рисунке 5.1.

Таблица 5.1 – Оценка востребованности видов измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений на 2020 и 2025 годы

№	Вид измерений	2020	2025
1	Геометрические измерения	7,1	7,7
2	Механические измерения	6,6	7,0
3	Измерения расхода, уровня, вместимости	6,7	7,2
4	Измерения давления и вакуума	6,9	7,4
5	Физико-химические измерения	6,9	7,2
6	Температурные и теплофизические измерения	6,8	7,3
7	Измерения времени и частоты	6,4	6,8
8	Электрические и магнитные измерения	7,3	7,8
9	Радиотехнические измерения	6,9	7,5
10	Виброакустические измерения	6,6	7,1
11	Оптические и оптико-физические измерения	6,1	6,5
12	Измерения параметров ионизирующих излучений	5,6	6,0
	Область назначения специальных СИ		
13	СИ медицинского назначения	5,5	6,0
14	СИ служб экологии	6,0	6,4
15	СИ в картографии и навигации	5,7	6,0
16	СИ в службах связи	6,3	6,4
17	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса	7,2	7,6
18	Измерительные системы (ИС) и элементы ИС	7,2	7,8
19	СИ характеристик средств транспорта	5,7	6,3
	В среднем	6,5	7,0

Из представленных данных следует, что, с учетом градации, введенной в п. 4.1, в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений все виды измерений будут иметь практически одинаковую востребованность, уровень которой можно оценить, как «средний». Исключение составляют «Геометрические измерения» и «Электрические и магнитные измерения», уровень востребованности которых к 2025 году прогнозируется как «высокий». В качестве общей тенденции можно выделить прогнозируемый рост средней востребованности видов измерений с текущего значения 6,1 до значений 6,5 в 2020 году и 7,0 в 2025 году. Это означает рост общего количества выполняемых измерений к 2020 году на $\approx 7\%$ и к 2025 году на $\approx 15\%$ по отношению к текущему значению.

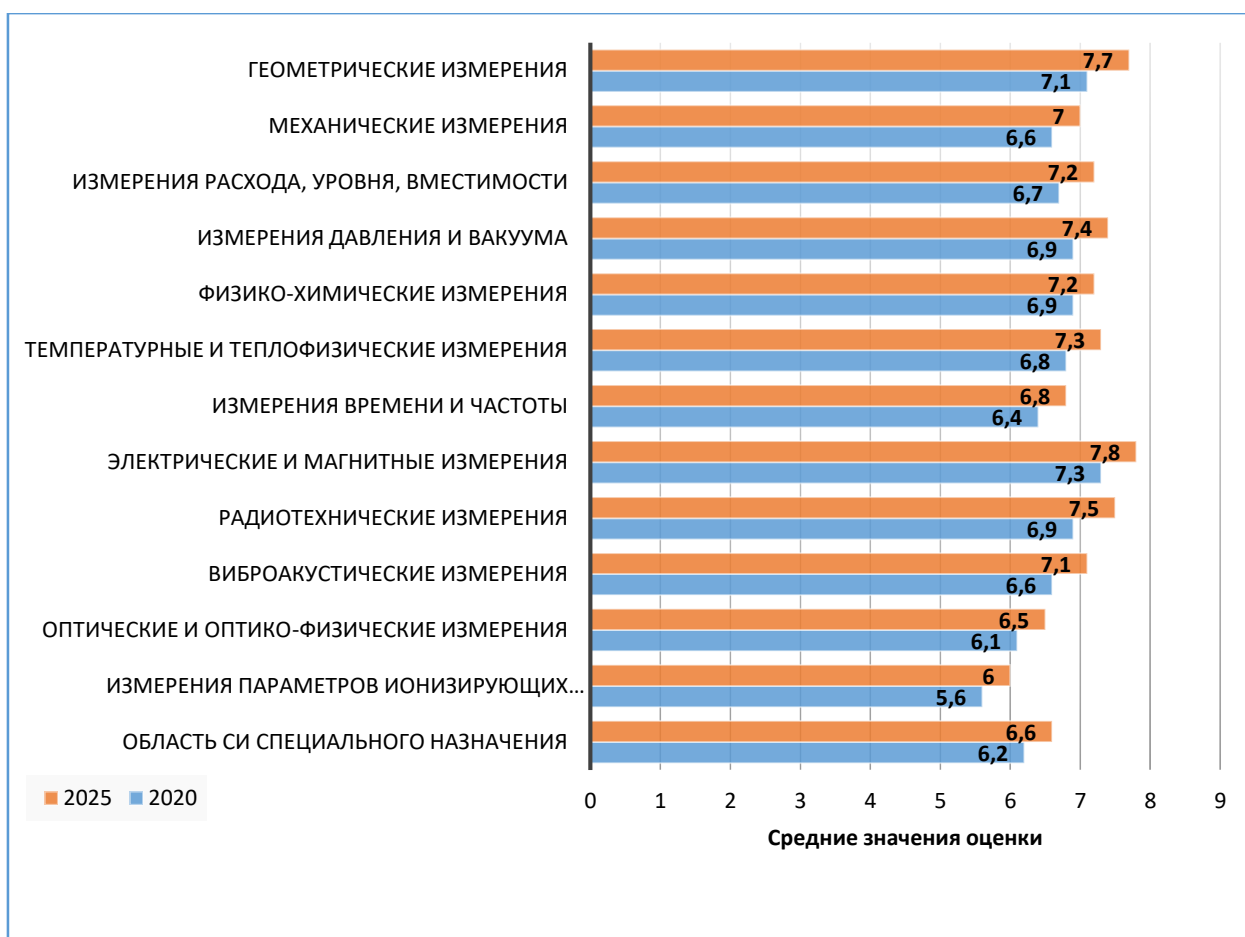


Рисунок 5.1 - Средние значения оценки востребованности видов измерений к 2020 и 2025 годам

Обращают на себя внимание низкие оценки, данные респондентами, как текущей, так и прогнозируемой востребованности в измерениях параметров ионизирующих излучений, измерений в области медицины, измерениях в области картографии и навигации. Приведенные оценки вступают в противоречие с общемировыми трендами, а главное – трендами, задаваемыми соответствующими отраслевыми стратегиями и национальными программами Российской Федерации. Это говорит о том, что сегодня промышленность пока не «чувствует» практической значимости в развитии измерительных технологий для указанных направлений деятельности.

Как отмечалось в разделе 4, влияние различных видов измерений на критические технологии Российской Федерации оценивается, как «среднее». При этом на каждую из критических технологий оказывает влияние хотя бы

один вид измерений. На 6 критических технологий оказывают влияния все виды измерений, представленные в опросе:

базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники;

технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения;

технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи;

технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии;

технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

Как уже говорилось ранее, базовые и критические военные и промышленные технологии почти в 2 раза упоминаются чаще, чем любые другие критические технологии. Однако, как показывает проведенный анализ национальных проектов и государственных программ, ни в одном из этих документов не отражены вопросы развития измерительных технологий и метрологического обеспечения. Отставание в развитии измерительных технологий может стать существенным фактором риска развития критических технологий и внедрения инноваций.

5.3 Прогноз потребностей в средствах измерений

Прогноз потребностей в СИ формировался в виде потребностей в решении новых измерительных задач, которые по тем или иным причинам не решены сегодня и которые необходимо будет решать в перспективе до 2020-2025 гг. путем разработки новых СИ. Всего по результатам опроса представлено 406 новых измерительных задач, которые представлены в приложении 2.

Необходимо отметить, что доля измерительных задач, оказывающих влияние на критические технологии, составила более 75 % от общего количества задач, указанных респондентами. Это подчеркивает их высокую значимость для развития экономики и общества.

В таблице 5.2 представлены взвешенные суммарные прогнозные оценки степени влияния новых измерительных задач на критические технологии.

Таблица 5.2 – Оценка степени влияния новых измерительных задач на критические технологии

№ п/п	Критические технологии	Взвешенная суммарная оценка
1	Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники	175,4
2	Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения	33,4
3	Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	28,9
4	Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии	27,6
5	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи	23,8
6	Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе	10,1
7	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения	5,6
8	Технологии информационных, управляющих, навигационных систем	2,0
9	Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику	2,6
10	Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии	1,6

11	Геномные, протеомные и постгеномные технологии	1,4
12	Базовые технологии силовой электротехники	1,0
13	Биомедицинские и ветеринарные технологии	1,0
14	Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом	0,7
15	Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта	0,6
16	Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов	0,7
17	Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств	0,6
18	Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний	0,4
19	Клеточные технологии	0,1
20	Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам	0,1
21	Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств	0,1
22	Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем	0,2
23	Технологии биоинженерии	0,1
24	Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов	0,0
25	Технологии наноустройств и микросистемной техники	0,0
26	Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии	0,0
27	Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий	0,0

Чем выше оценка - тем выше степень влияния результатов решения измерительных задач на критическую технологию. Самой зависимой от новых измерительных задач является критическая технология «Базовые и

критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники».

В таблице 5.3 представлены взвешенные суммарные прогнозные оценки степени влияния видов измерений и областей назначения специальных СИ, аккумулирующих в себе новые измерительные задачи, на критические технологии. Чем выше оценка - тем выше степень влияния соответствующего вида измерений на критические технологии в свете новых измерительных задач.

Таблица 5.3 – Оценка степени влияния видов измерений и областей назначения специальных СИ, аккумулирующих в себе новые измерительные задачи, на критические технологии

№ п/п	Виды измерений	Взвешенная суммарная оценка
1	Геометрические измерения	85,3
2	Температурные и теплофизические измерения	32,9
3	Физико-химические измерения	32,5
4	Электрические и магнитные измерения	28,8
5	Измерения расхода, уровня, вместимости	20,3
6	Измерения давления и вакуума	14,8
7	Оптические и оптико-физические измерения	12,8
8	Радиотехнические измерения	11,1
9	Механические измерения	9,0
10	Виброакустические измерения	6,3
11	Измерения времени и частоты	2,5
12	Измерения параметров ионизирующих излучений	0,3
	Области назначения специальных СИ	
13	СИ служб экологии	1,9
14	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса	1,7
15	Измерительные системы (ИС) и элементы ИС	0,6

16	СИ медицинского назначения	0,3
17	СИ характеристик средств транспорта	0,1
18	СИ в службах связи	0,0
19	СИ в картографии и навигации	0,0

Наибольшее влияние на критические технологии применительно к новым измерительным задачам оказывают геометрические, температурные и теплофизические, физико-химические, электрические и магнитные измерения.

На рисунке 5.2 представлено распределение новых измерительных задач по видам измерений.

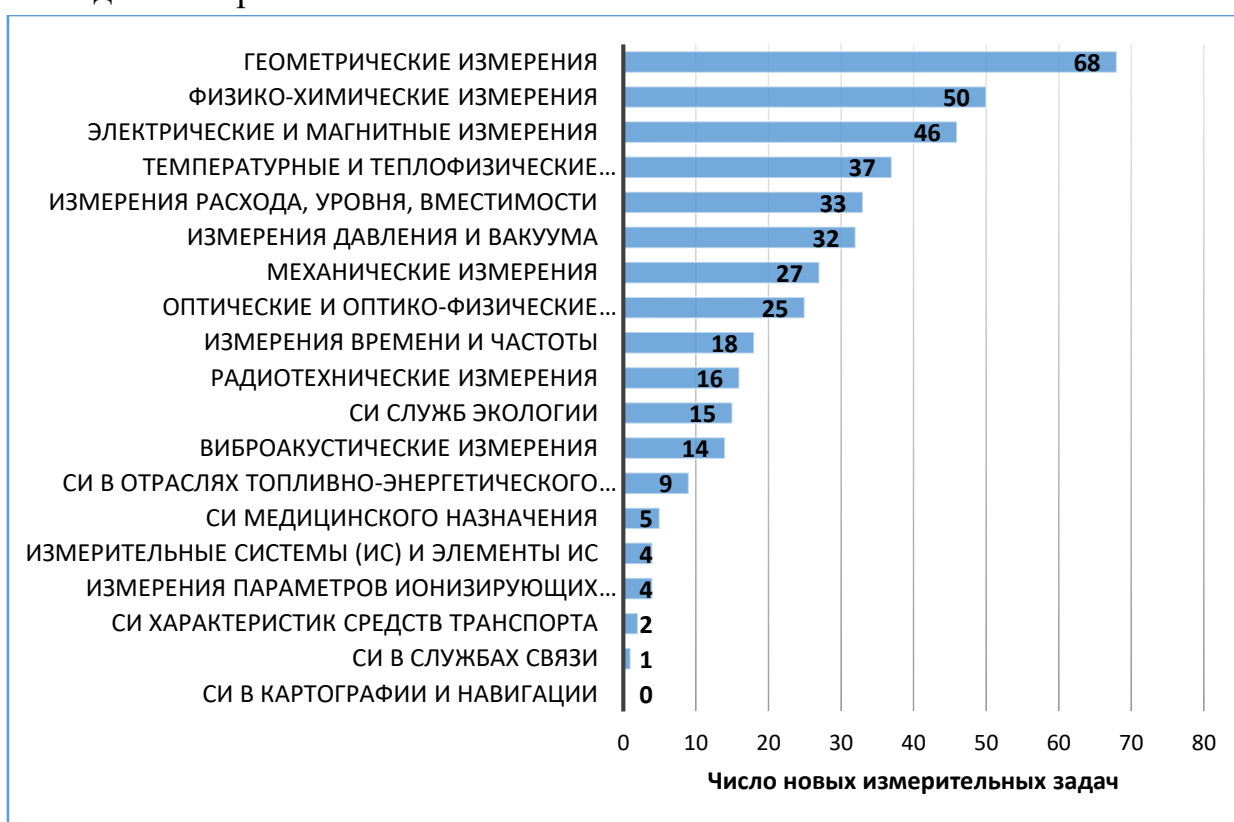


Рисунок 5.2 - Распределение новых измерительных задач по видам измерений

С учетом распределения новых измерительных задач по видам измерений и влияния на критические технологии видов измерений в части новых измерительных задач, наибольшие потребности в новых типах СИ, наличие которых будет существенно влиять на критические технологии,

прогнозируются в геометрических, температурных и теплофизических, физико-химических, электрических и магнитных измерениях.

5.4 Прогноз потребностей в стандартных образцах

Как отмечалось ранее, доля СО отечественного производства утвержденного типа, применяемых на предприятиях, в среднем составляет 60,0 %. Среди проблемных видов измерений, с точки зрения обеспеченности отечественными СО, стоит выделить измерения параметров ионизирующих излучений, а также физико-химические измерения. Исходя из этого, в этих видах измерений следует предпринять наибольшие усилия по созданию СО отечественного производства.

При сохранении существующего тренда по количеству сведений об утвержденных типах СО, внесенных в раздел «Утвержденные типы стандартных образцов» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, следует ожидать к 2020 году 7004, а к 2025 году – 7944 утвержденных типов СО.

5.5 Прогноз потребностей в эталонах единиц величин

Доверие к результатам измерений опирается на два их фундаментальных свойства: метрологической сопоставимости и метрологической совместимости. Метрологическая сопоставимость результатов измерений для величин данного рода, предполагает их метрологическую прослеживаемость к одной и той же основе для сравнения. Метрологическая совместимость результатов измерений это их свойство, которое состоит в том, для множества результатов измерений определенной измеряемой величины, абсолютное значение разности любой пары измеренных значений величины, полученное из двух различных результатов измерений, меньше, чем некоторое выбранное кратное стандартной неопределенности измерений этой разности. Оба этих свойства результатов измерений могут быть обеспечены только при наличии

ясно выстроенной и хорошо функционирующей системы метрологической прослеживаемости результатов измерений.

В соответствии со статьей 2 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» прослеживаемость - свойство эталона единицы величины, средства измерений или результата измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном или национальным первичным эталоном иностранного государства соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений. Таким образом, техническую основу прослеживаемости в Российской Федерации составляют эталоны.

На рисунке 5.3 представлен прогноз разработки новых эталонов единиц величин (за исключением государственных первичных) по годам. Всего респондентами указана потребность в разработке 43 новых эталонов единиц величин. Из них 6 эталонов единиц величин потребуются к 2020 году и 37 – к 2025 году. Прогнозируемые метрологические характеристики данных эталонов единиц величин представлены в приложении 3.

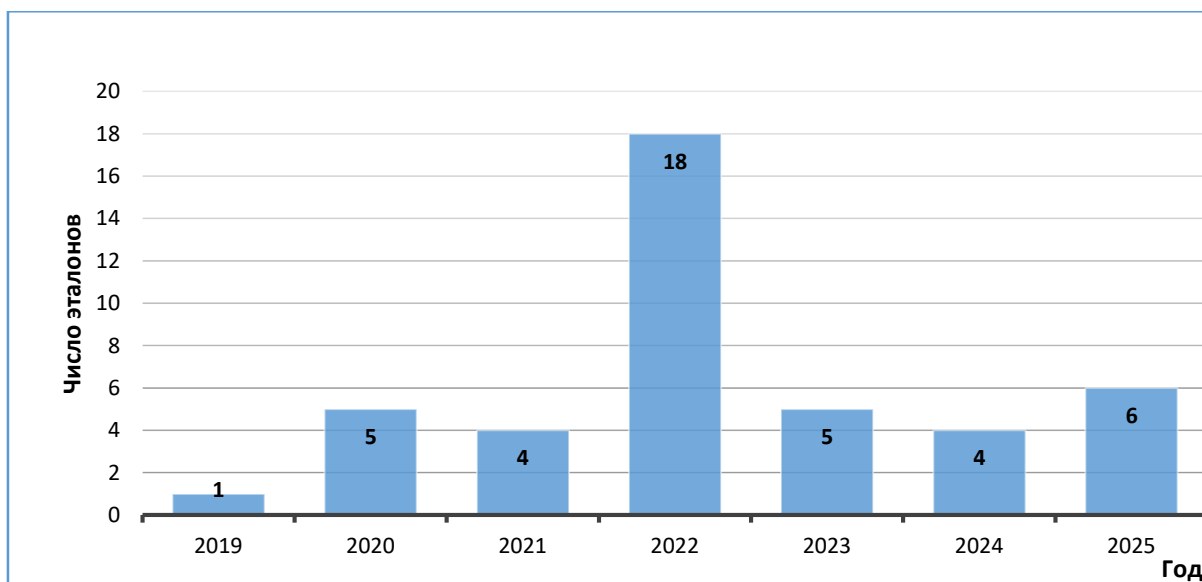


Рисунок 5.3 – Прогноз разработки новых эталонов единиц величин по годам

В таблице 5.4 представлены взвешенные суммарные прогнозные оценки степени влияния новых эталонов единиц величин на критические технологии.

Как и в случае с СИ, самой зависимой от новых эталонов единиц величин является критическая технология «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники».

Таблица 5.4 – Оценка степени влияния новых эталонов единиц величин на критические технологии

№ п/п	Критические технологии	Взвешенная суммарная оценка
1	Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники	17,9
2	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения	6,7
3	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи	4,5
4	Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии	3,0
5	Биомедицинские и ветеринарные технологии	3,3
6	Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения	3,1
7	Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику	1,8
8	Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом	1,4
9	Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам	1,4
10	Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	1,7
11	Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств	0,4

№ п/п	Критические технологии	Взвешенная суммарная оценка
12	Технологии информационных, управляющих, навигационных систем	0,8
13	Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств	0,6
14	Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта	0,7
15	Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии	0,3
16	Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний	0,3
17	Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии	0,1
18	Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов	0,1
19	Технологии наноустройств и микросистемной техники	0,1
20	Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем	0,1
21	Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе	0,1
22	Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов	0,0
23	Базовые технологии силовой электротехники	0,0
24	Геномные, протеомные и постгеномные технологии	0,0
25	Клеточные технологии	0,0
26	Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий	0,0
27	Технологии биоинженерии	0,0

На рисунке 5.4 представлено распределение числа новых эталонов единиц величин по видам измерений.



Рисунок 5.4 – Число новых эталонов единиц величин по видам измерений

Наибольшие потребности в новых эталонах единиц величин выявлены в радиотехнических измерениях.

Одной из важных составляющих обеспечения функционирования метрологической инфраструктуры Российской Федерации является разработка и совершенствование ГПЭ.

До 2025 года прогнозируется проведение работ по созданию 35 ГПЭ и совершенствованию 56 ГПЭ. Из них 15 ГПЭ потребуются к 2020 году и 76 – к 2025 году. Распределение работ по созданию и модернизации ГПЭ по годам представлено на рисунке 5.5.

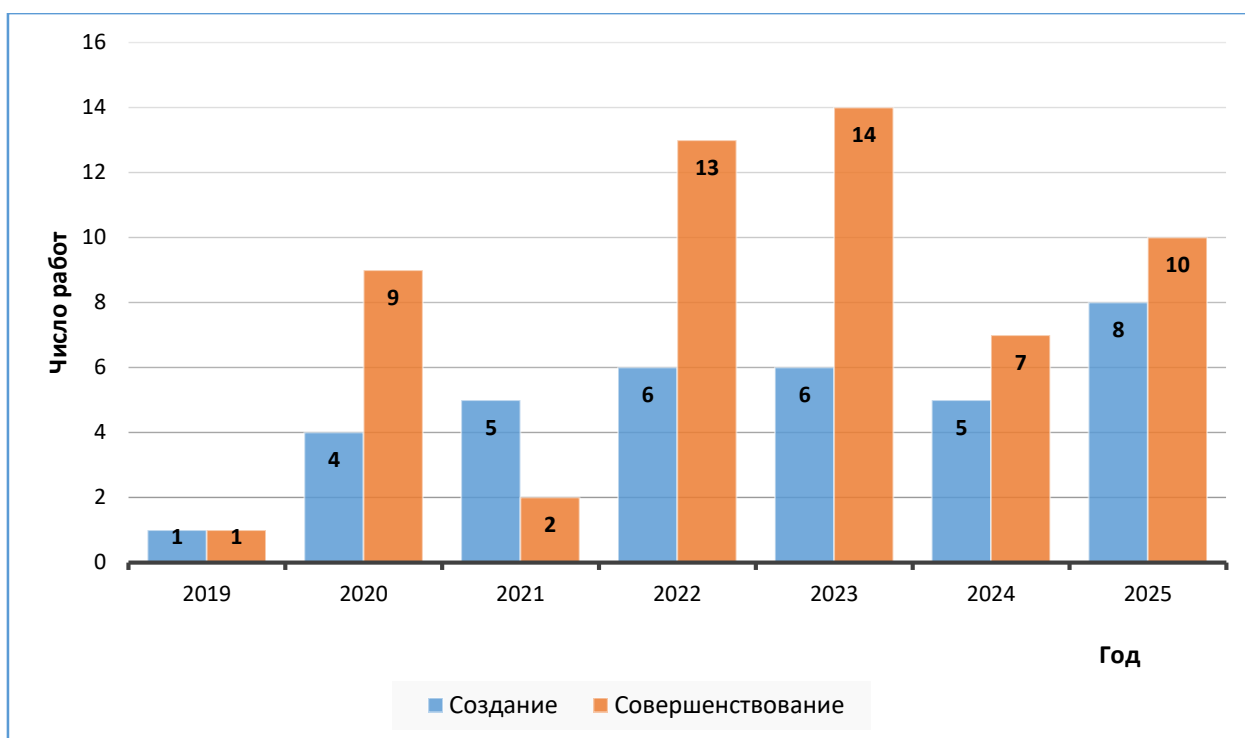


Рисунок 5.5 – Распределение работ по созданию и совершенствованию ГПЭ по годам

Прогнозируемые метрологические характеристики новых и совершенствуемых ГПЭ представлены в приложении 4.

В таблице 5.5 представлены взвешенные суммарные прогнозные оценки степени влияния новых и совершенствуемых ГПЭ на критические технологии. Как и ранее, лидером по зависимости является критическая технология «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники».

Таблица 5.5 – Оценка степени влияния новых и совершенствуемых ГПЭ на критические технологии

№ п/п	Критические технологии	Взвешенная суммарная оценка
1	Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники	41,9

№ п/п	Критические технологии	Взвешенная суммарная оценка
2	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения	9,6
3	Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения	11,4
4	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи	8,8
5	Биомедицинские и ветеринарные технологии	5,8
6	Технологии информационных, управляющих, навигационных систем	5,0
7	Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом	2,6
8	Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии	1,7
9	Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта	2,7
10	Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику	1,6
11	Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии	1,5
12	Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств	1,8
13	Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии	1,3
14	Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	1,8
15	Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний	1,3
16	Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств	0,6

№ п/п	Критические технологии	Взвешенная суммарная оценка
17	Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов	0,7
18	Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам	0,8
19	Базовые технологии силовой электротехники	0,2
20	Технологии наноустройств и микросистемной техники	0,2
21	Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов	0,2
22	Геномные, протеомные и постгеномные технологии	0,1
23	Клеточные технологии	0,1
24	Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе	0,1
25	Технологии биоинженерии	0,1
26	Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем	0,0
27	Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий	0,0

На рисунке 5.6 представлено распределение числа новых и совершенствуемых ГПЭ по видам измерений.

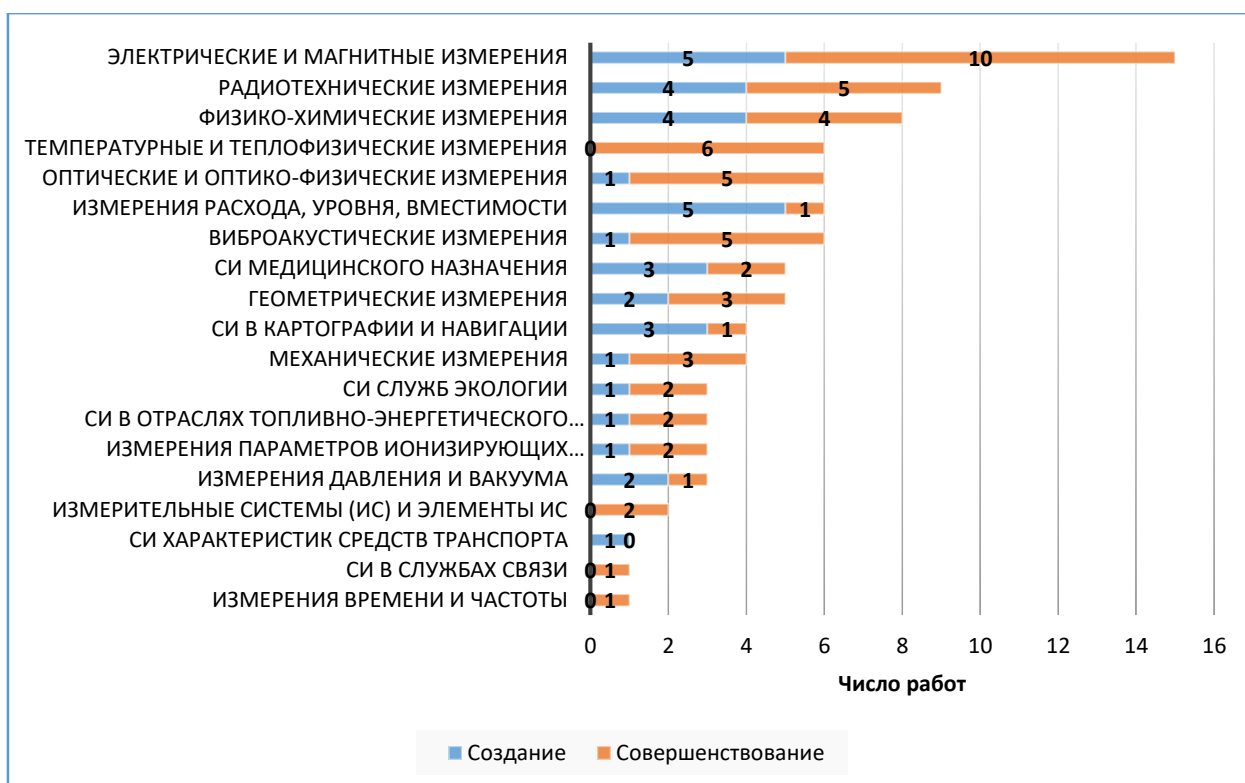


Рисунок 5.6 – Распределение числа новых и совершенствуемых ГПЭ по видам измерений

Графики распределения работ по видам измерений наглядно демонстрируют, что наибольшее число работ прогнозируется в области таких видов измерений, как: электрические и магнитные измерения (прогнозируются 5 работ по созданию ГПЭ и 10 работ по модернизации ГПЭ); измерение уровня, расхода, вместимости (прогнозируются 5 работ по созданию ГПЭ и одна – по модернизации). Прогноз работ по созданию и модернизации ГПЭ по видам измерений в целом соответствует прогнозу потребностей в решении измерительных задач на предприятиях.

Следует обратить особое внимание на создание ГПЭ, реализующих новое определение ряда основных единиц системы SI. Отставание в создании этих эталонов может снизить международный авторитет отечественной метрологии и существенно сузить перечень метрологических услуг, которые Российская Федерация способна предложить на мировом рынке.

5.6 Прогноз потребностей в аттестованных методиках (методах) измерений

О возрастании потребностей в методиках измерений свидетельствуют данные Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений (рост числа ежегодно регистрируемых в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений методик измерений). При сохранении существующего тренда в 2020 году можно прогнозировать появление около 3500 вновь аттестованных методик (методов) измерений, а в 2025 году количество аттестованных методик (методов) измерений может достигнуть 4000 единиц. При этом общее количество аттестованных методик (методов) измерений может превысить 45000.

На рисунке 5.7 представлено распределение прогнозных потребностей в аттестованных методиках (методах) измерений, исходя из относительной частоты упоминания респондентами о потребностях в разработке аттестованных методик (методов) измерений в том или ином виде измерений.

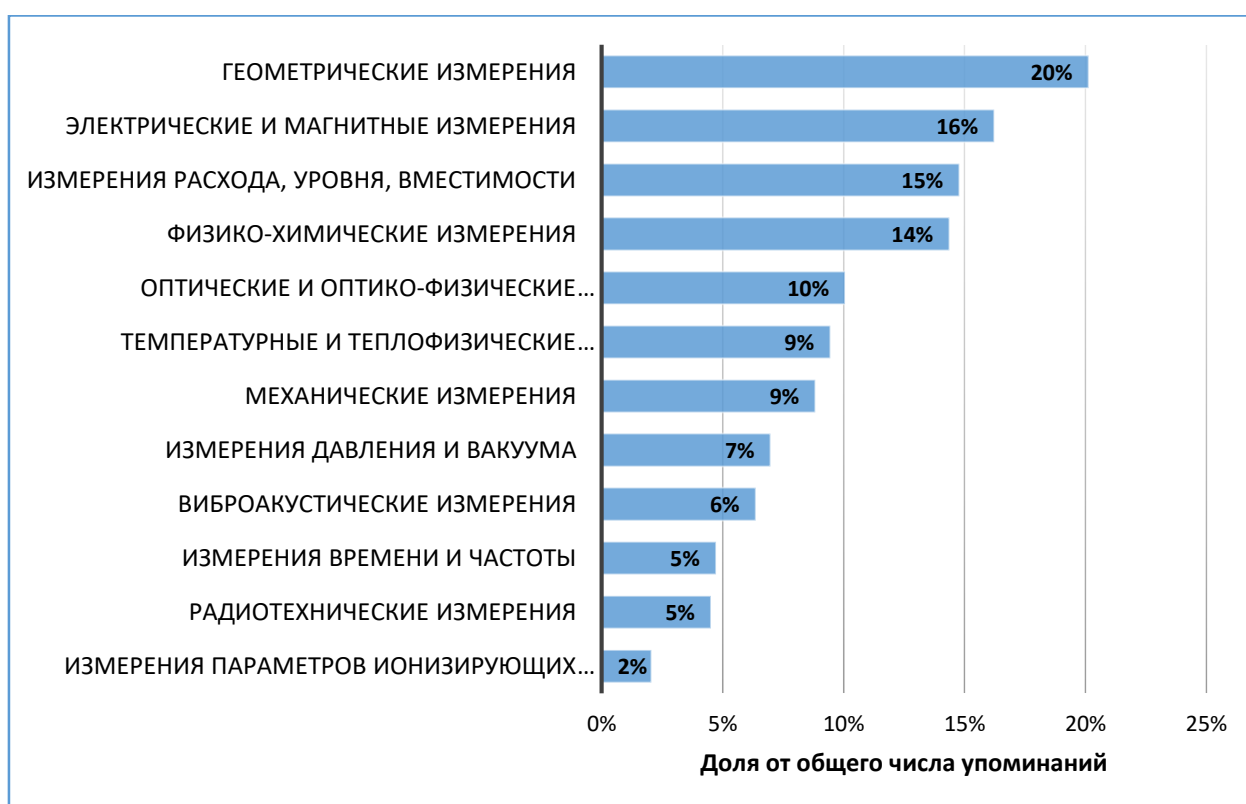


Рисунок 5.7 – Распределение прогнозных потребностей в аттестованных методиках (методах) измерений по видам измерений

На общем фоне выделяются геометрические измерения, электрические и магнитные измерения, измерения расхода, уровня, вместимости и физико-химические измерения.

5.7 Выводы по прогнозу потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 - 2025 годы

1. Результаты анализа отраслевых стратегий и национальных программ Российской Федерации по развитию различных отраслей экономики, а также стратегических документов МКМВ позволяют сформулировать перечень основных задач, требующих решения в 2020 - 2025 годы в интересах эффективной разработки измерительных технологий, увязанных с направлениями развития экономики и критическими технологиями:

обеспечение прослеживаемости результатов измерений, контроля и испытаний к принятым опорным величинам, эталонам и первичным референтным методикам измерений с показателями точности, соответствующими установленным требованиям для создания условий конкурентоспособности российских производителей на внутренних и международных рынках, инновационной деятельности во всех областях промышленности, а также достижения целей, изложенных в национальных проектах и государственных программах развития;

разработка и внедрение новых измерительных технологий, в первую очередь, в таких областях деятельности промышленных предприятий и учреждений социальной сферы, как:

- здравоохранение (диагностика, терапия и фармацевтическая продукция);
- производство продуктов питания (включая ветеринарный контроль);
- биотехнологии;
- производство современных материалов (включая конструкционные, строительные и др.);
- энергетика (включая новые источники энергии);

- охрана окружающей среды и исследование изменений климата;
- развитие всех видов транспорта;
- безопасность (включая безопасность труда и контроль специальных условий труда);

развитие информационных технологий и коммуникаций, и их использование при развитии измерительных технологий и оказании метрологических услуг;

создание целого ряда новых эталонов, стандартных образцов, а также методов измерений в области физики, химии и биологии, связанных с созданием новых материалов, развитием новых технологий и, в частности, с принятием новых определений основных единиц системы SI;

обеспечение опережающего развития измерительных возможностей, чтобы их отсутствие не стало препятствием для внедрения инновационных решений и достижения целей национальных проектов;

проведение работ по совершенствованию методологии анализа и прогнозирования измерительных потребностей экономики и общества;

обязательное метрологическое сопровождение разработки отраслевых стратегий и национальных программ Российской Федерации по развитию различных отраслей экономики путем проведения метрологической экспертизы.

Необходимо отметить, что потребность в измерениях не зависит от реализуемых сценариев развития экономики. От реализации сценариев развития экономики зависит обеспечение потребностей в измерениях.

2. Уровень востребованности в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений для всех видов измерений прогнозируется как «средний». Исключение составляют геометрические измерения и электрические и магнитные измерения, уровень востребованности которых к 2025 году прогнозируется как «высокий». В качестве общей тенденции можно выделить прогнозируемый рост общего количества выполняемых измерений к 2020 году на 7 % и к 2025 году на 15 % по отношению к текущему значению.

3. Потребности в новых типах средствах измерений определяют 406 измерительных задач, необходимость решения которых на период до 2020-2025 гг. заявлена респондентами. Наиболее высокая степень влияния прогнозируемых измерительных задач отмечается для критической технологии «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники». При этом наибольшее влияние на критические технологии применительно к новым измерительным задачам оказывают геометрические, температурные и теплофизические, физико-химические, электрические и магнитные измерения.

4. Наиболее проблемным видом измерений, с точки зрения обеспеченности отечественными СО, являются измерения параметров ионизирующих излучений и физико-химические измерения. Исходя из этого, в этих видах измерений следует предпринять наибольшие усилия по созданию СО отечественного производства. При сохранении существующего тренда по количеству сведений об утвержденных типах СО, внесенных в раздел «Утвержденные типы стандартных образцов» Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, следует ожидать к 2020 году 7004, а к 2025 году – 7944 утвержденных типов СО.

5. Потребности в разработке новых эталонов единиц величин определены в количестве 43 единиц. Из них 6 эталонов единиц величин требуется создать к 2020 году и 37 – к 2025 году. Наибольшие потребности в новых эталонах единиц величин выявлены в радиотехнических измерениях. Наиболее зависимой от новых эталонов единиц величин является критическая технология «Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники».

До 2025 года прогнозируются работы по созданию 35 ГПЭ и совершенствованию 56 ГПЭ. Из них 15 ГПЭ потребуются к 2020 году и 76 – к 2025 году. Наибольшее число работ прогнозируется в области таких видов

измерений, как: электрические и магнитные измерения (прогнозируются 5 работ по созданию ГПЭ и 10 работ по модернизации ГПЭ); измерение уровня, расхода, вместимости (прогнозируются 5 работ по созданию ГПЭ и одна – по модернизации). Прогноз работ по созданию и модернизации ГПЭ по видам измерений в целом соответствует прогнозу потребностей в решении измерительных задач на предприятиях. Следует обратить особое внимание на создание ГПЭ, реализующих новое определение ряда основных единиц системы SI. Отставание в создании этих эталонов может снизить международный авторитет отечественной метрологии и существенно сузить перечень метрологических услуг, которые Российская Федерация способна предложить на мировом рынке.

б. Прогнозируется к 2025 году, с учетом существующего тренда по количеству аттестуемых методик (методов) измерений, ежегодная аттестация от 3500 (2020 г.) до 4000 (2025 г.) новых методик (методов) измерений. Наибольшие потребности в аттестованных методиках (методах) измерений выявлены в области измерений расхода, уровня, вместимости; геометрических, электрических и магнитных, физико-химических измерений.

Опросный лист⁴

1 Наименование ФОИВ или организации _____

2 Контактная информация

ФИО _____

Должность _____

Адрес электронной почты _____

Номер телефона (_____) _____

3 Область деятельности в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС РЕД. 2), указываются класс и подкласс (XX.X): _____

4 Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений, в которой осуществляется деятельность:

- осуществление деятельности в области здравоохранения;
- осуществление ветеринарной деятельности;
- осуществление деятельности в области охраны окружающей среды;
- осуществление деятельности в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах;
- выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
- осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- осуществление торговли, выполнение работ по расфасовке товаров;

¹ В случае возникновения вопросов просьба обращаться по телефону (495) 781 44 67, E-mail: dept103-vm@vniims.ru

- выполнение государственных учетных операций и учет количества энергетических ресурсов;
- оказание услуг почтовой связи, учет объема оказанных услуг электросвязи операторами связи и обеспечение целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования;
- осуществление деятельности в области обороны и безопасности государства;
- осуществление геодезической и картографической деятельности;
- осуществление деятельности в области гидрометеорологии, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;
- проведение банковских, налоговых, таможенных операций и таможенного контроля;
- выполнение работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании;
- проведение официальных спортивных соревнований, обеспечении подготовки спортсменов высокого класса;
- выполнение поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти;
- осуществление мероприятий государственного контроля (надзора);
- осуществление деятельности в области использования атомной энергии;
- обеспечение безопасности дорожного движения;
- измерения, предусмотренные законодательством Российской Федерации о техническом регулировании;
- единицы величин, эталоны единиц величин, стандартные образцы и средства измерений, к которым установлены обязательные требования;
- деятельность вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

5 Соотношение объема калибровочных работ к поверочным работам в Вашей организации⁵ - _____ %.

² Значение показателя определяется как отношение количества калибровок к количеству поверок эксплуатируемых средств измерений за 2017 год.

6 Доля применяемых в Вашей организации утвержденных типов средств измерений (СИ), типов стандартных образцов (СО) и эталонов отечественного производства:

<i>Область измерений</i>	<i>Доля утвержденных типов СИ отечественного производства, %</i>	<i>Доля утвержденных типов СО отечественного производства, %</i>	<i>Доля утвержденных эталонов отечественного производства, %</i>
Геометрические измерения			
Механические измерения			
Измерения расхода, уровня, вместимости			
Измерения давления и вакуума			
Физико-химические измерения			
Температурные и теплофизические измерения			
Измерения времени и частоты			
Электрические и магнитные измерения			
Радиотехнические измерения			
Виброакустические измерения			
Оптические и оптико-физические измерения			
Измерения параметров ионизирующих излучений			

Примечание. Заполняются только ячейки для применяемых в Вашей организации СИ, СО и эталонов. Если применяются только импортные СИ, СО и эталоны, то в соответствующих ячейках указывается значение 0%.

7 Текущие и прогнозируемые оценочные значения востребованности измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в Вашей области деятельности, оценка эффекта⁶ от применения СИ (СО) в критических технологиях с указанием степени влияния, оценка обеспеченности применяемых СИ поверкой:

<i>Область измерений</i>	<i>СИ (СО) - востребованность, от 0 (низкая) до 10 (высокая)</i>			<i>Критическая технология - степень влияния на нее, от 0 (низкая) до 10 (высокая)</i>	<i>Обеспече нность СИ поверкой, %</i>
	<i>2018</i>	<i>2020</i>	<i>2025</i>		
Геометрические измерения					
Механические измерения					
Измерения расхода, уровня, вместимости					
Измерения давления и вакуума					
Физико-химические измерения					
Температурные и теплофизические измерения					
Измерения времени и частоты					
Электрические и магнитные измерения					
Радиотехнические измерения					
Виброакустические измерения					
Оптические и оптико-физические измерения					
Измерения параметров ионизирующих излучений					
<i>Область назначения специальных СИ</i>					
СИ медицинского назначения					
СИ служб экологии					

³ Указывается № п/п, соответствующий выбранной критической технологии, из приведенной справочной таблицы, содержащей перечень критических технологий Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899).

СИ в картографии и навигации					
СИ в службах связи					
СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса					
Измерительные системы (ИС) и элементы ИС					
СИ характеристик средств транспорта					

Примечание. Заполняются только ячейки для востребованных в Вашей области деятельности измерений, при этом желательно указать все возможные критические технологии где применяется СИ (СО).

Справочная таблица - Перечень критических технологий Российской Федерации:

№ n/n	<i>Критическая технология Российской Федерации</i>
1	Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
2	Базовые технологии силовой электротехники.
3	Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
4	Биомедицинские и ветеринарные технологии.
5	Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
6	Клеточные технологии.
7	Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
8	Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
9	Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.
10	Технологии биоинженерии.
11	Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
12	Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.
13	Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.
14	Технологии наноустройств и микросистемной техники.
15	Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.
16	Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
17	Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
18	Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.
19	Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.
20	Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.
21	Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
22	Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.
23	Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.
24	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.
25	Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.
26	Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

27	Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.
----	--

8 Области измерений Вашей сферы деятельности, где требуется разработка новых СИ (СО) с указанием соответствующих измерительных задач:

<i>Область измерений</i>	<i>Измерительная задача: наименование задачи; диапазон измерений, ед. измерений; погрешность, ед. измерений</i>	<i>Критическая технология⁷ - степень влияния, от 0 (низкая) до 10 (высокая)</i>
Геометрические измерения		
Механические измерения		
Измерения расхода, уровня, вместимости		
Измерения давления и вакуума		
Физико-химические измерения		
Температурные и теплофизические измерения		
Измерения времени и частоты		
Электрические и магнитные измерения		
Радиотехнические измерения		
Виброакустические измерения		
Оптические и оптико- физические измерения		
Измерения параметров ионизирующих излучений		
<i>Область назначения специальных СИ</i>		
СИ медицинского назначения		
СИ служб экологии		
СИ в картографии и навигации		
СИ в службах связи		
СИ в отраслях топливно- энергетического комплекса		

⁴ Указывается № п/п, соответствующий выбранной критической технологии, из приведенной в п.7 справочной таблицы, содержащей перечень критических технологий Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899).

Измерительные системы (ИС) и элементы ИС		
СИ характеристик средств транспорта		

Примечание. Заполняются только ячейки для востребованных в Вашей области деятельности измерений, при этом желательно указать все предполагаемые возможные эффекты от применения СИ (СО).

9 Обеспеченность измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в Вашей области деятельности стандартными образцами, % : _____

10 Обеспеченность измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в Вашей области деятельности методиками (методами) измерений, % : _____

11 Области измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в Вашей области деятельности, где существует потребность в разработке новых методик (методов) измерений:

- геометрические измерения
- механические измерения
- измерения расхода, уровня, вместимости
- измерения давления и вакуума
- физико-химические измерения
- температурные и теплофизические измерения
- измерения времени и частоты
- электрические и магнитные измерения
- радиотехнические измерения
- виброакустические измерения
- оптические и оптико-физические измерения
- измерения параметров ионизирующих излучений

12 Средняя стоимость услуг в Вашей области деятельности по:

- испытаниям СИ (СО) в целях утверждения типа _____ руб.
- поверке СИ _____ руб.
- калибровке СИ _____ руб.

13 Соотношение среднего времени получения услуги в Вашей области деятельности в 2016 г. по отношению к 2018 г.:

испытания СИ (СО) в целях утверждения типа _____

поверка СИ _____

калибровка СИ _____

Новые измерительные задачи, выявленные по результатам опроса

№ пп.	Вид измерений / Измерительная задача
1	Геометрические измерения
1.1	<p>1 Измерение межцентровых расстояний между отверстиями по дуге от 5 до 1000 мм; $\pm 0,005$ мм;</p> <p>2 Измерение межцентровых углов по окружности от 0° до 350°; $\pm 1'$;</p> <p>3 Измерение внутренних и внешних углов с линейными размерами сторон от 2 до 10 мм; от 0° до 350°; $\pm 1'$;</p> <p>4 Измерение длины от 0 до 1000 мм; $\pm 0,001$ мм;</p> <p>5 Измерение внутренних и внешних радиусов кривизны от 0,2 до 10 мм; $\pm 0,001$ мм;</p> <p>6 Измерение неплоскостностей внутренних и внешних поверхностей $\pm 0,001$ мм;</p> <p>7 Измерение внутренних и внешних диаметров от 1 до 200 мм; $\pm 0,001$ мм;</p> <p>8 Измерение неперпендикулярностей к внутренним осям симметрии углублений $\pm 0,05$ мм;</p> <p>9 Измерение внутренних размеров прямоугольных труб, имеющих криволинейную форму по всей длине с размерами сторон от 5 до 50 мм; $\pm 0,001$ мм;</p> <p>10 Измерение толщины неоднородного многослойного радиопоглощающего покрытия (послойно) на металлических и неметаллических основаниях от 0,10 до 5,00 мм; $\pm 0,05$ мм;</p> <p>11 Измерение дальности по диффузионно рассеивающим объектам от 30 до 20000 м; $\pm 0,2$ м</p>
1.2	<p>Контроль характеристик тепловизионных приборов: спектральный диапазон работы от 8 до 14 мкм; фокусное расстояние – не менее 500 мм; диаметр объектива – не менее 150 мм, диапазон измерений – не менее $\pm 1^\circ$; цена деления вертикальной и горизонтальной шкалы – не более $7,2'$; диапазон контролируемого предела разрешения: от $0,5'$ до $3,5'$ (с шагом не более $0,25'$).</p> <p>Контроль сбиваемости линии прицеливания после выстрела (для приборов дневного и ночного видения): фокусное расстояние – не менее 100 мм; цена деления сетки – не более $3,6'$; диапазон имитируемых освещенностей от 10^{-2} до 10^{-3} лк, наличие бокового («ласточкин хвост») и верхнего («Пикатинни») посадочных мест прицела; диапазон регулировки расстояния в вертикальной плоскости от оптической оси коллиматора до базовых поверхностей верхнего посадочного места от 30 до 130 мм.</p> <p>Контроль сбиваемости линии прицеливания после выстрела (для тепловизионных приборов): спектральный диапазон работы от 8 до</p>

	14 мкм; фокусное расстояние – не менее 100 мм; цена деления сетки – не более 7,2'; наличие бокового («ласточкин хвост») и верхнего («Пикатинни») посадочных мест прицела; диапазон регулировки расстояния в вертикальной плоскости от оптической оси коллиматора до базовых поверхностей верхнего посадочного места от 30 до 130 мм. Для расширения диапазона измерений длиннофокусного коллиматора для контроля характеристик тепловизионных приборов необходимо: наличие бокового («ласточкин хвост») и верхнего («Пикатинни») посадочных мест прицела; диапазон регулировки угла наклона в вертикальной плоскости $\pm 5^\circ$; диапазон регулировки угла поворота в горизонтальной плоскости $\pm 10^\circ$; цена деления поворотного механизма 1.
1.3	Контроль (измерение) шероховатости герметизирующей поверхности, имеющей форму тора с наружным диаметром от 3 до 20 мм; ширина кольца от 0,1 до 3 мм – (расположенного внутри цилиндрического отверстия, глубиной до 60 мм); среднее арифметическое отклонение профиля (Ra) от 0,16 до 1,27 мкм.
1.4	Комплексный замер длины, ширины, определение площади просек линий электропередач. Определение высоты, толщины угрожающих деревьев. Диапазон от 0 до 500 метров, погрешность ± 10 см.
1.5	Измерение толщины (покрытия); измерение толщины слоя; диапазон от 1 до 300мм. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (h – измеряемая толщина) $\pm (0,003h + 0,1)$ мм.
1.6	Измерение приращения координат от 1 до 0,01 м; $\pm 0,001$ м.
1.7	Измерение длины от 0,1 до 100 мм; $\pm 0,05$ мм.
1.8	Измерение длины: - от 0,05 до 300 м; 1,0 мм; - 50 м; 1,5 мм; - до 1000 м; 0,25 см; - от 0 до 999,99 м; $\pm(0,005 L + 0,01)$ м. Измерение геометрических параметров (толщиномер покрытий): от 0 до 150 мм; в диапазоне T от 0 до 500 мкм не более $\pm (0,02T + 1)$ мкм; в диапазоне T > 500 мкм не более $\pm 0,02T$ мкм. Измерение превышения: - от 0 до 50 м; Средняя квадратичная погрешность измерения на 1 км двойного хода 2,5 мм. Измерение параметров колеяности: - от 0 до 250 мм; 2 мм.

1.9	Измерение длины (размеров) в нанодиапазоне от 1 до $1 \cdot 10^6$ нм, разрешение от 5 нм и выше.
1.10	Измерение длины до 20 м ± 20 %
1.11	Измерение деформаций температурно-осадочных швов и относительных перемещений блоков гидротехнических сооружений в двух плоскостях: по горизонтальной оси от 110 до 410 мм и от 110 до 230 мм, погрешность измерения 0,1 м; по вертикальной оси от минус 20 до 50 мм, погрешность измерения 0,05 мм.
1.12	Измерение габаритов газоходов от 0 до 2000 мм; $\pm 0,60$ мм.
1.13	Вертикальные перемещения в диапазоне от 0 до 50 мм с точностью $\pm 0,01$ мм.
1.14	1 Размер от 0,01 до 15 м, $\pm 0,1$ %. 2 Измерение длины от 0,2 до 300 мм; от 10 до 100 м. 3 Измерение угла от 1° до 180° , $\pm 5\%$ 4 Измерение угла поворота вала от 0° до 360° , $\pm 10^\circ$
1.15	Измерения параметров резьбы: диапазон наружных и внутренних измерений от 1,0 до 300 мм. ПГ не более 1,5 мкм.
1.16	1 Измерительные трубопроводы (ИТ); от 0 до 400 мм; $\pm 0,01$ %; 2 Диафрагмы: а) радиус закругления входной кромки от 0 до $0,0004d$ мм; б) шероховатость от 0 до 100 мкм; $\pm 0,1$ %; 3 Измерение размеров поперечного сечения дымовых труб, от 0 до 5 м, $\pm 0,01$ м.
1.17	1 Измерение толщины теплозащитного покрытия (ТЗП). Основание – Бронза (Брх08), толщина от 5 до 8 мм, первый этап – пескоструйная обработка (ПСО), шероховатость от 50 до 70 мкм. Первый слой покрытия наносится методом плазменного напыления композитного материала с основой порошок нихрома. Толщина слоя от 100 до 200 мкм. Второй слой покрытия наносится методом плазменного напыления композитного материала с основой порошок кермета (керамический материал). Толщина слоя от 200 до 400 мкм. Необходимо измерять «подъем» после ПСО, толщину каждого из слоев (ТЗП) и итоговой толщины обоих материалов. Погрешность измерения толщины ± 10 мкм. Измерения необходимо проводить как на ровной так и на криволинейной поверхности (радиус около 200 мм). 2 Измерение толщины покрытия, нанесенного гальваническим методом. Основание слабомагнитная нержавеющая сталь толщиной от 8 до 12 мм. После этого слой Бронзы от 5 до 8 мм, ребристая структура. Поверх нанесен слой никеля толщиной от 150 до 900 мм. Необходимо измерения слоя никеля с погрешностью ± 10 мкм.

	Измерения необходимо проводить в том числе на криволинейных участках.
1.18	1 Измерение толщины пластин бесконтактным методом с погрешностью $\pm 0,2$ мкм. 2 Измерение размеров пластин с использованием растровых микроскопов: точность позиционирования 1 нм. 3 Измерение кривой качания монокристаллических материалов: угловая погрешность $0,0001^\circ$.
1.19	1 Измерение длины от 0 до 200 мм; ± 10 нм. 2 Измерение профиля поверхности от 1 до 1000 нм; ± 1 нм.
1.20	Измерение угла скручивания вала: $(1-5)^\circ \pm 1$ сек;
1.21	Измерение толщины стенки труб: $0,01 \text{ мм} \geq S \leq 0,1 \text{ мм}$ для труб $D \leq 10 \text{ мм}$.
1.22	Измерение толщины покрытий от 0,0005 до 10 мм. Измерение глубины внутренних дефектов материалов от 0,001 до 10 мм
1.23	Измерение среднего диаметра внутренней резьбы от 5 до 30 мм; ± 2 %.
1.24	Измерение радиуса по ограниченному сектору: длина дуги сектора/диаметр $\leq 1/12$, ПГ $\pm 0,3$ мм при $\rho = 0,95$
1.25	Измерение плоскостности на поверхности 1000×2000 мм $\pm 0,1$
1.26	Измерение длины от 0,1 до 1 мм; ± 20 %. Измерение внутреннего диаметра от 1 до 15 мм; $\pm 0,1$ %.
1.27	Измерение диаметра внутренних канавок (посадочного места) на глубине 250 мм; от 1 до 300 мм; ± 1 %.
1.28	Измерение геометрии кузова (колес): $\pm(0-2)'$
1.29	Измерение внутренних и внешних размеров цилиндрических, сферических, конических и других сложных поверхностей, лекальных кривых в диапазоне 500 мм с погрешностью 0,001 мм (с применением цифрового управления).
1.30	Измерение биений шпинделя бесконтактным способом: - радиальные биения при частоте вращения шпинделя (3600 ± 72) мин ⁻¹ не более 0,005 мм. - торцевые биения при частоте вращения шпинделя (3600 ± 72) мин ⁻¹ не более 0,005 мм.
1.31	1 Измерение длины (микрометрическая головка) с ценой деления 0,01 мм, погрешностью и вариацией показаний не более 0,002 мм. 2 Измерение длины от 0 до 10 мм; вариацией показаний не более 1 мкм, наибольшей разностью погрешностей на любом участке длиной в 1 мм не более 2 мкм и на всем диапазоне измерений не более 3 мкм. 3 Измерение длины от 0 до 25 мм, вариацией показаний не более 1,5 мкм, наибольшей разностью погрешностей на любом участке диапазона измерений 1 мм не более 2 мкм и на всем диапазоне измерений не более 4 мкм.

	4 Измерение силы от 0,5 до 3 Н; с ценой деления 0,1 Н, погрешностью не более 0,1 Н.
1.32	1 Измерение длины, ширины, высоты: (0,01 – 1) м ±0,01 диаметра 0,1-500 мм ±0,001 2.Измерение угла 5- 270° ±1°
1.33	1 (-100+1300)°, ПГ±0,05 мм. 2 (0÷100) мм, ПГ±0,05 мм
1.34	Измерение сферы: R от 37,5 до 1000 мм; 1 разряд.
1.35	1 Измерение межцентровых расстояний отверстий и пазов от 6 до 150 мм, ЦД 0,05. 2 Измерение глубин и пазов в труднодоступных местах от 0 до 200 мм, ЦД 0,05.
1.36	1 Измерение длины от 1 до 400 мм; ±0,0005 мм. 2 Измерение угла от 0° до 90°; 10"
1.37	Измерение длины от 1 до 10 000 м; ±0,5 %.
2	Механические измерения
2.1	От 20 даН до 90 даН (от 20 кг до 90 кг). Предел допускаемой погрешности – 4 даН.
2.2	Определение массы от 0,01 г до 5 кг. Скорости от 2 до 100 мкм. Объема от 1000 до 10 000 мкл.
2.3	Измерение силы момента от 0 до 10 Н·м; ±0,5 %.
2.4	Измерение массы материалов, сыпучих и жидких веществ от 0,01 до 210 г – спец.класс; от 0,5 до 600 г – высокий КТ.
2.5	Измерение массы от 0 до 200 г; ±0,1 мг с использованием механических весов для взрывоопасных производств, т.к. электронные весы во взрывобезопасном исполнении очень дорогие и не имеют отечественных производителей (только Германия и Япония).
2.6	1 Нагрузка (усилие) от 0,05 кН до 500 кН. 2 Нагрузка (усилие) от 0,05 кН до 250 кН. 3 Работа удара от 0 до 300 Дж. 4 Масса от 0,001 г до 61 г. 5 Измерение твердости по Роквеллу: от 20 до 75 HRA ±2,0 от 20 до 80 HRB ±3,0; от 35 до 55 HRC ±1,5. 6 Измерение микротвердости по Виккерсу: (800 ±1,5) при нагрузке 0,1 кгс. Измерение массы: от 0,001 до 200 г; ± 0,00001 г.
2.7	1 Измерение массы (крановые весы взрывозащищенного исполнения (маркировка взрывозащиты OExiaIBT6X)):

	<p>- min нагрузка 4 кг, max нагрузка 400/1000 кг, дискретность отчета 0,2/0,5 кг;</p> <p>- погрешность от 4 до 100 кг – $\pm 0,1$ кг, св. 100 до 400 кг – $\pm 0,2$ кг, св. 400 кг – $\pm 0,5$ кг.</p> <p>2 Измерение массы (Электронные платформенные весы взрывозащищенного исполнения (маркировка взрывозащиты OExiaII BT6X) со световой, звуковой либо комплексной индикацией контроля недовес/перевес):</p> <p>- диапазон измерений от 0,2 до 50 кг;</p> <p>- погрешность от ± 10 до ± 30 г.</p> <p>3 Измерение силы (ключ моментный предельный):</p> <p>- от 2 до 20 Нм, от 160 до 800 Нм;</p> <p>- погрешность ± 4 %.</p>
2.8	Измерение массы от 5 до 400 кг, ± 200 г
2.9	Одновременное измерение общей массы автомобиля и нагрузки по осям при статическом взвешивании: от 400 кг до 100 т ; $\pm 0,2$ %
2.10	Измерение усилий от 0 до 1000 А/м; $\pm 0,1$ %.
2.11	Измерение твёрдости тонкостенных изделий (от 0,5 мм), диаметром (от 4 мм) портативным цифровым прибором с погрешностью измерений до 3 % (± 1 ед. твёрдости)
2.12	Измерение общих загрязнений в средних дистиллятах, дизельных топливах: от 12 до 30 мг/кг; 0,5 мг/кг
2.13	Измерение модуля упругости жгутов и нитей от 380 до 420 ГПа; $\pm 0,7$ %.
2.14	Измерение крутящего момента от 22,0 до 200,0 Н·м; $\pm (1,2-2,0)$ %
2.15	Измерение крутящего момента силы от 0,1 до 2000 Н·м, ПГ $\pm 0,5$ %.
2.16	Весы с пределом взвешивания выше 11 кг с ценой деления 0,01 г и менее.
2.17	1 Измерение усилия от 0,1 до 250 кг/см, ± 1 кг. 2 Измерение массы от 0,01 до 1000 кг, ± 1 г.
2.18	Измерение массы от 110 г до 300 кг. Класс точности I-IV.
2.19	1) ПНСТ 111-2016 уплотнитель (гиратор) вращательный с давлением на уплотняемую смесь (600 ± 18) кПа, скоростью вращения формы ($30,0 \pm 0,5$) об/мин и внутренним углом формы при вращении ($1,16 \pm 0,02$)°. 2) ПНСТ 136-2016 Испытательный комплекс на не прямое растяжение. В состав испытательного комплекса на не прямое растяжение должны входить устройство осевой нагрузки, датчики для измерения деформации образца, климатическая камера и система управления и сбора данных. Устройство осевой нагрузки должно обеспечивать постоянную

	<p>нагрузку не менее 100 кН с ценой деления не более 20 Н и постоянную скорость смещения плунжера не менее 12 мм/мин.</p> <p>Устройство измерения нагрузки состоит из электронного датчика нагрузки, с чувствительностью 20 Н, максимальным измерением не менее 100 кН.</p> <p>Датчики для измерения деформации образца с диапазоном измерения до 25,00 мм, который с помощью компьютерной программы уменьшают до 0,25 мм и дискретностью 0,0001 мм.</p> <p>Климатическая камера способная поддерживать температуру от минус 30 °С до 10 °С внутри камеры с точностью до 0,5 °С.</p> <p>Система управления и сбора данных для записи времени приложенной нагрузки и деформации образца от 0,1 Гц до 20 Гц.</p>
2.20	Измерение модуля упругости (методом наноиндентирования) тонких пленок органических материалов; толщиной менее 200 нм; $\pm 0,1$ МПа.
2.21	Измерение твердости твердых сплавов. Требуется разработка твердосплавных мер твердости от 86,0 до 90,6 НРА, $R \leq 3$ для калибровки твердомеров.
3	Измерения расхода, уровня, вместимости
3.1	Измерение расхода жидкости (эмульсий) бесконтактным способом от 0 до 1000 м ³ /ч, $\pm 0,5$ %.
3.2	Расход газа от 1000 до 80000 ст.м ³ /ч; ПГ $\pm 0,3$ % Расход мазута от 2 до 400 т/ч; ПГ $\pm 0,2$ %
3.3	Измерение уровня, расхода трехфазного потока (нефть+газ+вода); измерение массового (объемного) расхода жидкости от 1 до 10000 т/ч (м ³ /ч); от 0,05 % до 0,2 %
3.4	Измерение уровня воды в морях и реках от 0 до 12 м; $\pm (0,01 - 0,07)$ м
3.5	Измерение расхода острого пара от 0 до 700 т/ч, P=150 кг/с, t = 600 °С, $\pm 0,5$ %.
3.6	Измерение расхода кислорода в диапазоне от 0,1 до 100 см ³ /мин (приведённый к условиям ГОСТ 2939) при избыточном давлении до 30 кгс/см ² .
3.7	Измерение расхода газа от 0,5 до 20,0 см ³ /мин; $\pm 5,0$ %.
3.8	Измерение расхода газа (агрессивного, не агрессивного) в диапазоне от 0,02 м ³ /ч до 0,6 м ³ /ч, с основной приведенной погрешностью 1 % (к.т.1)
3.9	Измерение расхода воды через турбину ГЭС от 0 до 600 м ³ /с; 0,5 %
3.10	Измерение расхода воды через проточную часть гидроагрегата. Диапазон измерений от 0 до 220 м ³ /с, предел допускаемой относительной погрешности $\pm 0,5$ % во всём диапазоне.
3.11	Бесконтактное измерение уровня жидкости (в ограниченном канале (до 400 мм) прохождения (распространения) сигнала) от 0 до 20 м; 0,05 % ДИ.
3.12	1 Измерение расхода от 0 до 10000 т/ч; $\pm (1,0-1,5)$ %. 2 Измерение уровня от 0 до 630 см; $\pm 1,5$ %.

3.13	1 Измерение расхода многофазных углеводородных сред от 2000 до 50000 м ³ /ч; ± 1 %; 2 Измерение расхода нестабильных углеводородов в динамическом режиме от 5 до 40 т/ч; ± 0,1 %; 3 Измерение уровня нестабильных углеводородов от 0 до 15 м; ± 2 мм; 4 Эталонный уровнемер переносной 2-го разряда с верхним пределом воспроизведения единицы уровня до 40,0 м, ± 3 мм; 5 Эталонные измерительные ленты 2-го разряда с диапазоном измерения от 0,001 до 24 м, Δ от (0,2+05L) до (2+2L) мкм; 6 Измерение расхода дымовых газов от 0 до 100 м ³ /с, ± 3 %.
3.14	1 Измерение расхода газов от 1 до 16 г/с. 2 Измерение расхода воды охлаждения от 30 до 700 г/с, ± 1 %. 3 Измерение расхода водного раствора LiBr от 0,1 до 1,0 т/ч, ± 2 %. 4 Измерение расхода воздуха и воды от 0 до 500 м ³ /ч; ± 0,5 %.
3.15	Измерение вакуума от 10 ⁻⁷ до 10 ⁵ Па, ± 30 %.
3.16	Разработка СИ расхода воды, не более 2 %, класс защиты IP68 с автономным питанием и дистанционной передачей информации.
3.17	Разработка СИ расхода воды, не более 2 %, класс защиты IP68 с автономным питанием и дистанционной передачей информации.
3.18	Измерение расхода: диаметр – 250 мм; диапазон кинематической вязкости от 1 до 120 сСт; расход от 200 до 2000 м ³ /ч; пределы относительной погрешности ± 0,15 %.
3.19	Измерение расхода от 0,2 до 100 кг/мин; ± 1 %.
3.20	Измерение количества нефти (нефтепродуктов) т/час; 0,35 %.
3.21	Измерение объема от 0,1 до 10000 мкл., ±(12...0,3) %
3.22	1. Измерение уровня жидких сред (эталон); 0...12 000 мм; ±0,5 мм (возможность создания эталонной уровнемерной установки собственными силами)
3.23	1) Измерение расхода жидкости (отечественный измеритель кориолисового типа); 0,2..2 г/с; ±0,1..0,2 %. 2) Измерение расхода воздуха (отечественный измеритель кориолисового типа); 2..60 г/с; ±0,1..0,2 %. 3) Измерение скорости потока газа пневмометрическим способом; ±200 м/с; ±1..2%.
4	Измерения давления и вакуума
4.1	Измерение давления бесконтактным способом 0-400 атм, +-0,5%
4.2	Пит.воды 0-700 т/ч t=300°C±0,5% P=250 кг/с
4.3	Измерения давления (0-2) МПа с точностью 0,003%
4.4	Измерение точности; 0,1-10 АТМ

4.5	Измерение сопротивления вдоха (выдоха) или избыточного давления дыхательного аппарата (дифференциального давления кислорода) в диапазонах 0-4кПа; 0-16 кПа; 0-25 кПа, погрешность измерения $\pm(0,04...0,25)$ кПа, быстродействие СИ порядка 10-50 миллисекунд.
4.6	Измерение и запись быстропеременных значений давления (например, отстрел заглушек). Диапазон 0... 100 кгс/см ² , длительность 5... 10 миллисекунд, погрешность измерения 0,2...0,5 %.
4.7	Измерение давления. Малогабаритные датчики (тензодатчики) Ø 10 – 15 мм, L 20 – 40 мм для измерения давления при ударе на промышленные ВМ с защитой от взрыва и с выходом на графический дисплей (осциллограф) с записью амплитуды давления; - диапазон измерений от 200 до 1200 МПа; - погрешность ± 5 %
4.8	Измерение давления потока. $0 \div 2000$ Па; $\pm(1+0,05\Delta P)$ Па
4.9	измерение давления от 0 до 35 кПа; к.т. 0,6
4.10	Измерение давления выделяющейся газовой фазы при экзотермической реакции; 0...100 МПа; $\pm 3\%$; с частотой фиксации 0,5 сек.
4.11	измерение вакуума от $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-8}$ мм.рт.ст., погрешность измерения 5-10%
4.12	Измерение вакуум метрического давления в диапазоне минус 100 кПа до 0 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,02 кПа
4.13	1. Измерение давления и вакуума: -1...600 кгс/см ² ; $\pm 0,5...1,5$ %
4.14	1. Измерение давления дымовых газов; -50 гПа – 50 гПа, $\pm 0,2$ гПа; 2. Переносной калибратор давления во взрывозащищенном исполнении 0...6,3 кПа /0...63 кПа, $\pm 0,02$ %.
4.15	1. Измерение давления (перепад давления) в установке; 80...200кПа 2. Измерение абсолютного давления; 100 Па ... 200 кПа 3. Измерение избыточного давления /вакуума в водном канале: - 80...100 кПа, 1 %
4.16	измерение влажности: 0...100 % ОВ, ± 1 %
4.17	Разработка СИ давления 0-10кГ, не более 0,5% , класс защиты IP68 с автономным питанием и дистанционной передачей информации
4.18	Измерения давления 0—250МПа, пг. $\pm 0,02$ МПа
4.19	Измерение давления горючие газы; ВПИ 0,1...200 кгс/см ² ; $\pm 0,15$ %; рабочая температура -60...50 ОС
4.20	Измерение давления в диапазоне от 0 до 10 бар, $\pm 0,1$ бар
4.21	Измерение атмосферного давления в дивпазоне от 80 до 110 кПа с погрешностью не более 0,3 гПа

4.22	1.Измерение давления и вакуума: -1...24 кгс/см ² Класс точности 1,5-4,0
4.23	1) Измерение давления; 1..70 атм; ±0,3%.
4.24	Измерение пульсаций избыточного давления газовой смеси в диапазоне температур (600-800)°С, частотой от 1гц до 1,5кГц и амплитудой (100...300)кПа; ±50Па
5	Физико-химические измерения
5.1	Контроль мутности воды; 10...100 FNU; ±2 %.
5.2	Измерения общего содержания озона; 1-6 мм; ±10%
5.3	Измерение солености морской воды от 0 до 42 ПЕС; ± 0,001 ПЕС
5.4	измерение содержания палладия и платины в горных породах от 0 до 5мг/кг
5.5	Измерение процента содержания кислорода в газовой смеси (с воздухом) при абсолютных давлениях газовой смеси 20-100 кПа (абсолютному давлению 100 кПа газовой смеси соответствует содержание кислорода 21%, а абсолютному давлению газовой смеси 20 кПа соответствует содержание кислорода 100%), допустимая погрешность 1-2%.
5.6	Измерение плотности асфальтобетона; диапазон измерения плотности, кг/м ³ 1900...2700, относительная погрешность измерения плотности, ±2,5% при индивидуальной градуировке относительная погрешность измерения плотности, ± 1,5 % диапазон определения коэффициента уплотнения 0,75...1,1
5.7	Измерение относительной влажности: диапазон: (95...100) % относительной влажности (ОВ), погрешность ±0,1% (ОВ). Стабильность средств измерения температуры точки росы газов в межповерочный интервал: диапазон минус 80°Стр...0 °Стр, погрешность ±2°С.
5.8	Измерение массовой концентрации газов на выходе из КА: O ₂ - 0÷25%;±0,2%; CO - 0÷1000ppm; ±20ppm; NO - 0÷3000ppm; ±10ppm; NO ₂ - 0÷500ppm; ±20ppm; SO ₂ - 0÷5000ppm; ±10ppm. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов (0-100) мг/дм ³ ; измерение массовой концентрации O ₂ от (0-20) мг/дм ³ ; измерение УЭП (1-9999) мкСм/см; анализ газов в ВРЗ: CH ₄ -(0-5)%; O ₂ -(0-30)%; H ₂ -(0-5)%
5.9	Измерение коэффициента сцепления: - 0,05-0,65; 5%. Измерение плотности асфальтобетона: - 2-2,7 г/см ³ ; 2,5%

5.10	<p>Длина волны 315 – 990 нм</p> <p>Измерение оптической плотности, 160-1000нм, $\pm 0,1$нм.</p> <p>Измерение флуоресценции 160-700нм, $\pm 0,01$нм.</p>
5.11	<p>Диапазон углов сканирования 2θ: от -3 до 162° с минимальным шагом сканирования 0.001°</p> <p>Определение химического состава сталей:</p> <p>углерод 0,0020% ... $4,50 \pm (0,002...0,08)\%$;</p> <p>кремний 0,0020 ... $3,50 \pm (0,002...0,08)\%$;</p> <p>марганец 0,030 ... $20,0 \pm (0,008...0,12)\%$;</p> <p>фосфор 0,020... $0,80 \pm (0,012...0,08)\%$;</p> <p>сера 0,0015...$0,40 \pm (0,004...0,16)\%$.</p>
5.12	<p>Диапазон измерения рН, ед. рН от 0 до 14 Дискретность измерения рН, ед. рН 0,01 Диапазон измерения ЭДС, мВ от -1999 до +1999</p> <p>Дискретность измерения ЭДС, мВ: в диапазоне от 0 до $\pm 999,9...0,1$ в диапазоне от ± 1000 до $\pm 1999...1$</p> <p>Диапазон измерения температуры, $^\circ\text{C}$ от -10 до 100</p> <p>Дискретность измерения температуры, $^\circ\text{C}$ 0,1 предел допускаемой основной абсолютной погрешности: измерения рН, ед. рН 0.02 измерения ЭДС, мВ 1 измерения температуры, $^\circ\text{C}$ 2</p>
5.13	<p>Датчики для квазинепрерывного (дискретность 1 мин) измерения концентраций в воде:</p> <p>нитрат: 0,2-10 мг/л</p> <p>нитрит: 0,01-2 мг/л</p> <p>аммиак: 0,005-2 мг/л</p> <p>фосфат: 0,01 – 2 мг/л</p> <p>хлор: 0,5 – 100 мг/л</p> <p>кремний: 0,05-5 мг/л</p>
5.14	<p>1. Термогравиметрический принцип измерений. Анализатор влажности для определения содержания влаги в образцах веществ; - диапазон температур от 40 до 230°C шаг задания температуры 1°C; - масса образца от 0,1 до 15 г, погрешность $\pm 0,002$ г; - влагосодержание, дискретность 0,01%.</p> <p>2. Определение температуры плавления. Анализатор температуры плавления; - диапазон температур - от 20 до $350^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$; - скорость нагрева от 0,1 до 20°C в мин; - количество капилляров до 4; - диаметр капилляров $< 1,8$ мм.</p>
5.15	<p>1. СО счётной концентрации капель жидкости в воздухе.</p> <p>Интервал размеров: 10...100 мкм</p> <p>Счётная концентрация:</p> <p>100...5000 шт./см³</p> <p>2. СО массовой концентрации капель жидкости в воздухе.</p> <p>Интервал размеров капель, мкм: 10...100 мкм</p> <p>Массовая концентрация, 0,1 ... 15%</p>

5.16	<p>1. Портативные плотномеры, работающих длительное время при низких температурах от - 20°С до -45°С , 630-1010 кг/м³, ц.д. 0,1.</p> <p>2. Газоанализаторы СН₄(0...100% НКПР), СО(0...1999 мг/м³).</p> <p>3. Портативные рефрактометры (автоматические) 1,2000 - 1,7000, ±1·10⁻⁴.</p> <p>4. Портативные октанометры (автоматический) 40-140 ОЧ, ±0,1 ОЧ</p>
5.17	<p>1. Измерение солености морской воды от 0 до 42 ПЕС; ± 0,001 ПЕС; 2. Измерение хим. состава морской воды</p>
5.18	<p>1. Измерение плотности жидкости, 300...1100 кг/м³, ±0,1 кг/ м³;</p> <p>2. Измерение температуры точки росы; минус 50...до 30 °С; ±0,2 °С;</p> <p>3. Измерение концентраций загрязняющих веществ атмосферного воздуха: NO 0,001 – 10 мг/м³, ±25%, NO₂ 0,001 – 10 мг/м³, ±25%, СО - 0,001 – 50,0 мг/м³, ±20%, СН₄ 0 – 100 мг/м³, ±25%;</p> <p>4. Измерение концентраций отходящих дымовых газов: O₂ 0 – 25%, ±0,2%; СО 0 – 5000 мг/м³, ±5%; NO 0 – 200 мг/м³, ±5%; NO₂ 0 – 200 мг/м³, ±5%; SO₂ 0 – 300 мг/м³, ±5%.</p>
5.19	<p>1. Измерение кинематической вязкости нефти: - при 20 °С интервал - от 250 до 300 мм²/с, ±0,4% при P=0,95; - при 30 °С интервал - от 120 до 150 мм²/с,±0,4% при P=0,95.</p> <p>2. Определение массовой доли парафина в нефти: интервал 0,3%-0,6%; ±16% при P=0,95.</p> <p>3. Измерение плотности нефти при 20 °С: интервал 940-950 кг/м³; ±0,0004 при P=0,95.</p> <p>4. Измерение давления насыщенных паров нефти (ДНП): интервал 3-10 кПа; ±0,5 при P=0,95.</p> <p>5. Определение фракционного состава нефти: Тнк (220-250) °С ; ±2,0 при P=0,95; Отгон 300 °С (20-25); ±0,5 при P=0,95.</p> <p>6. Измерение влагосодержания в нефти, 0,01...100%, ±0,5.</p> <p>7. Определение в выбросах в атмосферу вредных веществ при сжигании газа на факельных установках.</p>
5.20	<p>СО: содержание основного элемента до 100%;</p> <p>- ферротитан - содержание Ti 71% - 75% ±0,5%;</p> <p>- ферровольфрам - содержание W 60% - 80% ±0,5%-</p>
5.21	<p>Измерения плотности: 0-1100 кг/м³; ±0,03%</p> <p>Измерение массового содержания серы в потоке нефти:</p>

	0-4%; $\pm 0,01\%$ Измерение массового содержания хлористых солей в потоке нефти: 0-1500 мг/дм ³ ; 0,05%
5.22	Измерение содержания хрома шестивалентного в растворах 0...30 г/л; $\pm 1\%$
5.23	Измерение плотности: диапазон 700-1200 кг/м ³ ; предельная абсолютная погрешность $\pm 0,1$ кг/м ³
5.24	Измерение концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе в диапазоне от 0 до 3 мг/м ³ с погрешностью не более 25 %
5.25	Измерение влажности компонентов пиросоставов в диапазоне 0 – 1,0% с погрешностью измерений 0,01 % (0,1 мг) с применением цифрового управления
5.26	Газоанализатор измерения объемной доли водорода в газообразном хлоре 0...1 %, $\pm 5\%$
5.27	1.Определение растворимых и не растворимых соединений урана в воздухе рабочей зоны, диапазон определений: нерастворимые 0,03-3,0 мг/м ³ , растворимые 0,007 – 0,01 мг/м ³ 2 Определение трибутилфосфата в воздухе рабочей зоны диапазон определений: 0,25 – 2,5 мг/м ³
5.28	Измерение активности ионов водорода: 0...14 рН Погрешность: $\pm 0,05$ рН
5.29	1. Йодное число в нефтепродуктах; 0-100 г йода/100 г топлива; 0,1 г йода/100 г 2. Содержание сероводорода в нефтепродуктах; 0,5-32 мг/кг; 0,1 мг/кг
5.30	Измерение концентрации углеводородов в диапазоне ПДК индивидуальными газоанализаторами; 0...2000 мг/м ³ ; ± 20 мг/м ³
5.31	Содержание летучих биомаркеров в воздушном потоке; 0,001..0,01 ppm; $\pm 5\%$.
6	Температурные и теплофизические измерения
6.1	Разработка миниатюрных (с характерными размерами до нескольких миллиметров) датчиков температуры, обеспечивающих погрешность измерения не хуже 0,01 К в интервале 10 – 500 К
6.2	от минус 40 до 85оС $\pm 0,2$ °С в диапазоне от минус 10 до 50 °С; $\pm 0,5$ °С в диапазоне от минус 40 до минус 10 °С и от 50 до 85 °С;
6.3	коэффициент излучения в диапазоне 3-5 мкм и 8-14 мкм, погрешность $\pm 3\%$
6.4	измерения до 1000 °С с погрешностью ± 10 °С
6.5	Измерения влажности воздуха; 0-100% при Т до минус 900 °С; +5%
6.6	Измерение экстремальных температур почвы. Диапазон: от минус 30 °С до 50 °С. Погрешность $\pm 0,5$ °С

6.7	Измерение температуры воды, льда, снега от минус 5 до 45 °С. ±(0,05... 0,005)°С
6.8	Измерение температуры: - -20 - +200 °С; +/- 1 °С (10-30 °С)
6.9	Измерение температуры среды в трубопроводе. от -40 до +600 оС; ±0,5 %
6.10	Измерение температуры газозоудшной смеси; 0 – 500°С, ±2%
6.11	Дистанционное измерение температур грунта в субмаринных условиях (Арктический шельф); От -20 до +20; градусы Цельсия; 0.01 градуса Цельсия
6.12	1. Температурные и теплофизические измерения: 0...1300 0С; ± 0,5...2,5 %
6.13	1. Измерение температуры; 0...2500 °С. 2. Измерение температуры плазмы; 2500...10000 °С. 3. Измерение температуры 500...1700 оС, 1% 4.Измерение температуры; -100...+200 оС; ±0,01 °С 5. Измерение влажности воздуха; 0...100%; ±1% 6. Измерение теплового потока (безинерционно); 0...300 Вт/м2; ±1% 7. Измерение теплоемкости твердых тел при Т=-50 +100 °С; 0...5 кДж/(кгОС); ±3% 8. Измерение теплопроводности твердых тел при Т=-50 +100 °С; 0,02...400 Вт/(м °С) 9. Измерения теплопроводности и теплоемкости материалов с нелинейными свойствами; интервал температур 100...500 К, диаметр образца не более 20 мм, ±3-5 %.
6.14	1. Измерение температуры - 40С ...+20С; ±0,1 С 2. Измерение теплопроводности 0,02 ...50 Вт/м·К; ±5 %
6.15	1. Измерение температуры расплава полученного в результате экзотермической реакции непосредственно в тигле; 1000...3000 0С; ±10 °С; с частотой фиксации 0,5 сек. 2. Измерение температурных полей бойков кристаллизаторов машин

	совмещенного литья и деформации металла, работающих в условиях ударно-термических нагрузок; 20...1700 °С; ±5 °С; с возможностью одновременной фиксации температур по 100 каналам; с частотой фиксации 0,5 сек. 3. Измерения температуры воскообразных материалов в зонах с повышенными коэффициентами трения при их продавливании через канал с узким сечением; 20...70 °С; ±0,5 °С; с частотой фиксации 0,5 сек.
6.16	Измерение температуры 0-30000С; ± 20С.
6.17	Измерение температуры воздуха в диапазоне от -20 °С до 40 °С с погрешностью не более 0,5 %
6.18	Измерение температуры в диапазоне от -40 °С до 170 °С с погрешностью ± 1°С
6.19	1.Измерение температуры: -30...300 °С Погрешность: ± (0,1...1) °С
6.20	1) Измерение температуры газа термопарным способом (ресурс термопар от 3 часов) 1500..2800°С; ±0,3..0,5%.
6.21	Измерения температуры -50°С до +900°С ±1°С
7	Измерения времени и частоты
7.1	Определение параметров ионосферы. Измерение времени задержки радиоимпульса (диапазон от 0,5 мс до 10 мс) в диапазоне частот 1,0...30 МГц
7.2	Класс точности 3 Допустимая погрешность за 30 мин, с ±1,6
7.3	Измерение времени прохождения экзотермической реакции в тигле; 1...300 сек; ±2%.
7.4	Измерение времени опыта. 0÷60мин; ±1,8с
7.5	1.Частота:0,1Гц...300МГц±0,1% 2.Измерение стабильности несущей частоты ФМн сигнала от 1...3000кГц
7.6	1. Осциллограф с полосой до 1 ГГц 2. Генератор сигналов произвольной формы с разрешением до 1,2 Гс/с 3. Генератор ВЧ. Действительное напряжение 0 – 3,5 В с шагом регулировки 0,01 В, частота до 300 МГц
7.7	1. Измерение частоты: от 0 до 2,5 ГГц; ±1·10 ⁻⁸ ; полоса пропускания 350 МГц. 2. Преобразование частоты (расширение частотного диапазона): от 26 до 178 ГГц; полоса пропускания ПЧ (0,1–4,0) ГГц.
7.8	Измерение частоты: 0,001 Гц...18 ГГц; ±1,5·10 ⁻⁸

7.9	Измерение угла фазового сдвига с точностью $\pm 0,02\%$
7.10	Измерение скорости движения воздуха в диапазоне от 2 до 10 м/с с погрешностью не более $\pm(0,3 \pm 0,05V)$ м/с
7.11	Генератор частоты от 0.001Гц до 3ГГц ПГ $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ Uвых от 1мВ до 100В ПГ $\pm(2-10)\%$
8	Электрические и магнитные измерения
8.1	Феррозондовый магнитометр Измерение вариаций магнитного поля Земли в диапазоне от -100000 нТл до + 100000 нТл.
8.2	Плотность потока энергии электромагнитных излучений радиочастотного диапазона от 300 МГц - 300 ГГц, 1-5000 мкВт/см ² , погрешность ± 2 дБ
8.3	Испытание повышенным напряжением кабелей 35 кВ; 3-175 кВ; $\pm 3,0\%$
8.4	Интенсивность импульсного потока естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), в диапазоне $5 \div 25$ кГц с дискретом 2,5 кГц погрешность $\pm 0,5$ кГц. Напряженность $2 \cdot 10^{-7} \div 400$ А/м с погрешность 10%
8.5	Измерения магнитного поля Земли; 0,001-200 000 нТл Полоса частот; 0-100 Гц
8.6	Измерение напряжения: до 5 кВ с погр 10,05 В
8.7	Измерение магнитострикции: $10^{-8} \dots 10^{-4}$
8.8	Диапазоны измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля от 1 до 500 мкТл Диапазоны измерений магнитной индукции магнитного поля частоты 50 Гц от 0,5 до 350 мкТл Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля $\pm (0,3 + 0,075 Vi)$ мкТл Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений среднеквадратического значения магнитной индукции переменного магнитного поля $\pm (0,1 + 0,1 Vi)$ мкТл
8.9	1. Измерение/ воспроизведение напряжения и силы постоянного электрического тока, измерение электрического сопротивления: от 200 мВ до 1000 В, от 1 мкА до 3000 А, $\pm 0,05 \%$. 2. Измерение добротности полупроводниковых приборов: от 700 до 4000, $\pm 30 \%$.
8.10	1. Измерение силы постоянного тока; От $1 \cdot 10^{-4}$ до 100 А; 0,005% 2. Измерение силы переменного тока; От $1 \cdot 10^{-4}$ до 100 А; от 20 до $30 \cdot 10^3$ Гц 0,00005%, 3. Измерение сопротивления постоянному току; От $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^{10}$ Ом; 0,002% 0,001%
8.11	1. Измерение силы постоянного тока: 10 нА...100 нА $\pm 0,2\%$; 200 мА...10А $\pm 0,1\%$; 2. Измерение силы переменного тока 100 мкА - 10 А $\pm 0,4\%$

8.12	1. Измерение постоянного напряжения 0...1000 В с точностью $\pm 0,0001\%$. Измерение переменного напряжения 0...1000 В с точностью $\pm 0,0012\%$. 2. Измерение силы тока 0...100 А с точностью $\pm 0,0001\%$.
8.13	1. Измерение напряжения; 50...800В; $\pm 0,1В$ 2. Измерение силы тока; 1...500А; $\pm 1мА$
8.14	1. Воспроизведение электрического сопротивления 100 кОм...50 ГОм; $\pm 0,2 \dots 0,1\%$; 100... 2500 В. 2. Измерение электрического сопротивления 10 кОм...50 ГОм; $\pm 0,05\%$;
8.15	1. Анализатор спектра с полосой до 2 ГГц. 2. Измерители ёмкости и индуктивности широкого диапазона: а/ ёмкости 0,001 – 30000 мкФ; б/ индуктивности 0,05 – 1000 мкГн.
8.16	1 Измерение напряженности электрического поля атмосферы; минус 5000...+5000 Вм ⁻¹ , $\pm 5\%$ 2 Измерение электрической проводимости воздуха; 3-40 фСм·м ⁻¹ , $\pm 10\%$
8.17	Измерение сопротивления изоляции $U_{исп}$ 10; 20; ...100 В; $\pm 1\%$
8.18	Формирование трёхфазных сигналов переменного напряжения и тока. $U_{н\sim} 0-400В \pm 0,03\%$ $I_{н\sim} 0-5А \pm 0,03\%$ $F_{н\sim}$ до 200Гц. $\pm 0,003Гц$
8.19	Установки для поверки киловольтметров (от 0-70)KV напряжение постоянное, переменное погрешность (0,2-0,5)
8.20	Магазин сопротивления $R_{вых}$ от 0.0001Ом до 10ГОм КТ 0.01
8.21	Компаратор напряжений 0,11111110-111,1110 В, $\pm 0,0005 \%$
8.22	Измерения напряжения 0—50В $\pm 0,01В$
8.23	Измерение силы переменного тока частотой 400гц; (100...500) А; $\pm 1 А$
8.24	Измерение переменного напряжения 5 мВ...700 В; с основной погрешностью 0,2 %, в диапазоне частот до 20 МГц.
8.25	1.Измерение постоянного напряжения : 0,1 мВ...600 В Погрешность: $\pm 0,7\%$ 2.Измерение переменного напряжения: 1 мВ...600 В Погрешность: $\pm 0,8\%$ 3.Измерение сопротивления: 0,1 Ом...40 МОм Погрешность: $\pm 1,2\%$

8.26	<p>1.Измерение напряжения от 0 до 10кВ ± 1в 2 Измерение силы тока 1-300А ± 1А</p>
8.27	<p>1. Измерение постоянного напряжения 0...1000 В с точностью $\pm 0,0001\%$. Измерение переменного напряжения 0...1000 В с точностью $\pm 0,0012\%$. 2. Измерение силы тока 0...100А с точностью $\pm 0,0001\%$.</p>
8.28	<p>1 Воспроизведение напряжения постоянного тока; (0 - 1,1*10³) В; ПГ $\pm[(0,00075*U*10^{-2}+ 0,4 \text{ мкВ}) -(0,00065*U*10^{-2}+ 400 \text{ мкВ})]$. 2. Воспроизведение напряжения переменного тока; (0 - 1,0-10³) В; ПГ $\pm[(0,004*U*10^{-2}+4 \text{ мкВ}) -(0,270*U*10^{-2}+ 20 \text{ мкВ})]$; диапазон рабочих частот; (10 - 1*10⁶) Гц. 3. Воспроизведение силы постоянного тока; (0 -100,0) А; ПГ $\pm[(0,004-10^{-2}+4 \text{ нА}) - (0,036-1-10^{-2}+ 420 \text{ мкА})]$. 4. Воспроизведение силы переменного тока; (0 - 100,0) А; ПГ $\pm[(0,025*I*10^{-2}+4 \text{ нА}) - (0,36-M0^2+ 420 \text{ мкА})]$; диапазон рабочих частот; (10-3-10⁴) Гц. 5. Воспроизведение электрического сопротивления постоянному току; (0 - 1 10⁹) Ом; ПГ $\pm(4-10^5 - 0,0100-R-10^2)$ Ом. 6. Воспроизведение электрической емкости; (0 - 4,0-10²) Ф; ПГ $\pm[(0,001-Свых.+5 \text{ пФ})-(0,01-Свых+50 \text{ мкФ})]$. 7. Измерение напряжения постоянного тока; (0 - 1,1-10³) В; ПГ $\pm[(1,5-10^*6D\pm 3,5 10^6E) -(1,5-10^6D+3,5-10^6E)]$. 8. Измерение напряжения переменного тока; (0 - 1,0-10³) В; ПГ $\pm[(2-10^4D+1,1-10^4E)-(4-10^4D+2-10^4E)]$; (1,0- 10⁷) Гц. 9. Измерение силы постоянного тока; (0 -100,0) А; ПГ $\pm[(10,0-10^6D+40-10^6E)-(100-10^6D+10-10^6E)]$. 10. Измерение силы переменного тока; (0 -100,0) А; ПГ $\pm[(6-10^4D+3-10^4E) -(10-10^4D+2-10^4E)]$;</p>

	(10- MO5) Гц. 11. Измерение сопротивления постоянному току; (0- 1 * 10 ⁹) ГОм; ± [(3 * 10 ⁶ D+5 10 ⁶ E) -(5-10 ³ D+M0*5E)]. Примечание: D - показание прибора; E - диапазон измерения.
9	Радиотехнические измерения
9.1	Калибровочные волноводные наборы для поперечных сечений Н-образной формы; от 1 до 40 ГГц; КСВН не более 1,1
9.2	Измерения КСВН и ослабления в волноводных трактах в диапазонах частот от 0,4 ГГц до 110 ГГц. Генераторы высокочастотных сигналов свыше 20 ГГц.
9.3	Измерение электрофизических параметров (диэлектрическая и магнитная проницаемость) в диапазоне частот от 0,2 до 39 ГГц. Измерение коэффициента отражения в диапазоне от 0,2 до 40 ГГц.
9.4	Измерение флуоресценции 150-900нм, ±0,01нм. Измерение оптической плотности, 150-1000нм, ±0,1нм.
9.5	Измерение мощности МХ в соответствии с описанием типа ФИФ №37008-08, №43642-10, №44731-10, ФИФ №54535-13; Измерение фазовых шумов МХ в соответствии с описанием типа ФИФ №37181-08, №63528-16; Измерение параметров аналоговой (АМ. ЧМ. ФМ,) и цифровой модуляции (QAM, PSK) МХ в соответствии с описанием типа ФИФ №53782-13
9.6	Диапазон измерения напряженности электростатического поля (НЭСП) 0,3 кВ/м - 200 кВ/м Пределы допускаемой погрешности измерения НЭСП ±15%
9.7	волноводный калибратор мощности для передачи размера единицы мощности в диапазоне от 16,7 ГГц до 25,86 ГГц; Значение коэффициента передачи калибратора в рабочем диапазоне частот - от 0,6 до 1,4. Погрешность коэффициента передачи калибратора - не более ±1,6%.
9.8	1. Частота: 0,1 МГц-10 ГГц 2. Измерение уровней сигнала и гармоник в диапазоне частот 9...10000 кГц
9.9	1. Исследование и измерение параметров сигналов в полосе частот до 100 МГц (осциллографы) 2. Измерение АЧХ и параметров сигналов с опцией исследования радиоимпульсных сигналов, измерения коэффициента шума и усиления), электронным аттенюатором в диапазоне частот до 20 ГГц (Анализаторы спектра)
9.10	1. Измерения частоты радиосигнала; От 37,5*10 ⁹ до 3,25*10 ¹¹ Гц; 1*10 ⁻⁸ 2. Измерение мощности радиосигнала в волноводном тракте в диапазоне частот 37,5*10 ⁹ до 3,25 *10 ¹¹ Гц; 1*10 ⁻⁶ - 1*10 ⁻¹ Вт; 4%.

	<p>3. Измерение ослабления радиосигнала в волноводном тракте в диапазоне частот $37,5 \cdot 10^9$ до $3,25 \cdot 10^{11}$ Гц; от 0 до 140 дБ ± 1 дБ.</p> <p>4. Измерение коэффициента стоячей волны в волноводном тракте от $37,5 \cdot 10^9$ до $3,25 \cdot 10^{11}$ Гц; 1,01-5, 2%.</p> <p>5. Измерение спектральной мощности шумового радиоизлучения в волноводном тракте от $37,5 \cdot 10^9$ до $3,25 \cdot 10^{11}$ Гц; 0,2-3*10-19 Вт/Гц;</p> <p>6. Измерение локальной и интегральной ЭПР; 0,00004... 10 м²; $\pm 0,5$ дБ;</p> <p>7. Исследование формы импульсов; 5...50 пс; 0,01...2 В; $\pm 10\%$; $\pm 2\%$</p> <p>8. Измерение модуля вектора ошибки квадратурной модуляции (EVM); 0,2...70%; 0,05...2%</p>
9.11	<p>1. Измерение частоты: от 0 до 67 ГГц; $\pm 1 \cdot 10^{-8}$</p> <p>2. Измерение S-параметров изделий СВЧ: модуля коэффициента передачи от 0 до 40, $\pm (0,1-1,0)$ дБ; фазы коэффициента передачи от 0 до 360°, $\pm (1^\circ-6^\circ)$; КСВН от 1 до 5; $\pm 0,1$.</p> <p>3. Воспроизведение единицы волнового сопротивления в коаксиальных трактах, 3,5 мм (меры коэффициентов передачи и отражения), в том для зондовой станции в диапазоне частот до 67 ГГц.</p> <p>4. Измерение/воспроизведение мощности входного/выходного сигнала: до 15 дБм; $\pm 0,2$ дБ.</p> <p>5. Измерение амплитудно-частотных характеристик, амплитудных и фазовых шумов, временных характеристик перестройки сигнала по частоте и фазе, параметров спектра радиотехнических сигналов: частота от 10 МГц до 50 ГГц, $\pm 1 \cdot 10^{-7}$; фазовый шум: ± 2 дБ</p> <p>6. Измерение спектральных характеристик аналоговых сигналов ВЧ и СВЧ диапазонов, в том числе спектральной плотности мощности фазового шума: - частота от 3 Гц до 67 ГГц, $\pm 1 \cdot 10^{-6}$; - от мощности собственных шумов до 30 дБм, $\pm 0,5$ дБ</p> <p>7. Измерение мощности СВЧ сигнала частота от 2 до 178 ГГц; $\pm 10 \%$</p> <p>8. Воспроизведение сигнала заданной частоты и мощности - частота от 2 до 40 ГГц; $\pm 1 \cdot 10^{-7}$; - от минус 135 до 10 дБм; ± 1 дБ от 2 до 40 ГГц (при уровне выходного сигнала от 20 до минус 70 дБм)</p> <p>9. Воспроизведение сигнала заданной частоты и мощности - частота до 178 ГГц, выходная мощность ≥ 10 мВт при КСВН не более 1,3; $\delta f = \pm 0,1 \%$</p> <p>10. Измерение ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот до 178 ГГц: диапазон установки ослабления от 0 до 60 дБ (и более); $\pm 0,2$ дБ</p>
9.12	<p>Измерение мощности от 0 Гц до 20 ГГц с погрешностью $\pm 2\%$; измерение иммитанса на частотах свыше 1 кГц; генерация, измерение мощности, ослаблений, частоты КСВН в</p>

	<p>диапазоне от 128 ГГц до 178 ГГц, $\pm 2\%$;</p> <p>измерение ослаблений в диапазоне от 18 ГГц до 40 ГГц, $\pm 0,1\%$;</p> <p>измерение ослаблений в диапазоне от 18 ГГц до 40 ГГц, $\pm 0,1\%$</p> <p>измерение переменного напряжения ДО (СКЗ, пиковое) в частотном диапазоне от 0,001 Гц до 10 Гц, от 0,1 мВ до 10 В, $\pm 2\%$;</p> <p>Измерение напряжения переменного тока в диапазоне значений: 10мВ...100В; 20 Гц...1ГГц, $\pm 2\%$;</p> <p>измерение переменного напряжения (СКЗ, пиковое) в частотном диапазоне от 1 Гц до 1000 МГц в диапазоне (0...100) В, $\pm 2\%$;</p> <p>калибратор переменного напряжения (СКЗ) в частотном диапазоне от 50 МГц до 1 ГГц в диапазоне (0...200) В, $\pm 0,001\%$;</p> <p>измерение амплитудно-частотных характеристик с помощью генераторов качающей частоты от 1 Гц до 150 МГц (0...120)дБ относительно 1 В, $\pm 3\%$</p> <p>генерация синусоидальных сигналов: 9 кГц...15 ГГц; $\pm 2 \cdot 10^{-8}$</p>
9.13	<p>1.Измерение разности фаз 0-180 °С ± 0.35 град. 1-1000МГц. 0-500мВ</p> <p>2.Измерение АЧХ 0,5-600МГц. Ослабление 0-50дБ.</p> <p>3.Генератор сигналов (аналог Г4-151) Пределы изменения выходного сигнала на нагрузке 50Ом от 0,25 дВт до -127 дВт. Диапазон частот 10-80 мгц, АМ. ЧМ. ИМ. Наличие выхода опорного напряжения сигнала 0,1 В.</p>
9.14	Измерение напряжения от 1мкВ до 300В с частотой от 10Гц до 10ГГц погрешность $\pm 0,1\%$
9.15	Измерение выходных параметров ЛБВ (выходной мощности до 6 кВт) в диапазоне частот до 220 ГГц, КСВН не более 1,3
9.16	Измерение величин КО и ФКО в волноводном тракте в диапазоне частот от 2.4 ГГц-18ГГц
9.17	<p>1. Воспроизведение комплексных коэффициентов передачи и отражения в диапазоне частот от 0 до 50 ГГц:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модуль ККО (0,002 - 1,000); - фаза ККО (0 - 360)°; - модуль ККП (0,0032 - 1,000); - фаза ККП (0 - 360)° Среднеквадратичное отклонение результатов сличения: - по модулю ККО (2 - 50) 10-3; - по фазе ККО (0,3 - 4)°; - по модулю ККП (0,003 - 2) 10-2; - по фазе ККП (0,3 - 4)°; <p>2. Воспроизведение ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 50 ГГц; (0 - 120) дБ; ПГ $\pm(0,002 - 2)$ дБ.-</p>

10	Виброакустические измерения
10.1	Чувствительность 100 мВ/г Относительная поперечная чувствительность Частотный диапазон 0,5... 10000 Гц Амплитудный диапазон ± 50 g Максимальный удар (пиковое значение) ± 100 g
10.2	ударные датчики с диап изм от 0 д до 150 д с погр $\pm 3\%$
10.3	Расширение температурного диапазона работы гидрофонов на область низких (до 80 К) температур, повышение надежности их работы при высоких давлениях.
10.4	Портативные эталоны (средства калибровки) для поверки (калибровки) СИ с диапазоном измерений: ± 500 мкм (в диапазоне частот 0,8...200 Гц)
10.5	Измерения в диапазоне: Виброакустическое ускорение: 0,2...10000 Гц, ± 2 дБ; Гидроакустические измерения: 5...10000 Гц, ± 4 дБ;
10.6	Виброметры ускорения и перемещения с пределами допускаемой основной относительной погрешности $\pm 5\%$ и неравномерностью амплитудно-частотной характеристики не более 6%
10.7	1. Портативные эталоны (средства калибровки) для поверки (калибровки) СИ с диапазоном измерений: ± 500 мкм (в диапазоне частот 0,8...200 Гц)
10.8	1. Измерения скорости сейсмических колебаний; 0,01-50 Гц 2. Измерения инфразвуковых колебаний; 0,0001-20 Гц; 10%
10.9	1. Измерение пульсаций давления в аэродинамическом потоке: 0...200 Па, 0,5%
10.10	Частотный диапазон: 0,7 Гц – 2000 Гц, 7 Гц – 10 кГц, ПГ $\pm 3\%$;
10.11	Мобильный стенд по виброускорению до 1000 м/с ² , виброскорости до 0,1 м/с, виброперемещению до 50 мм, с частотой вибрации до 20000 Гц.
10.12	Измерения и воспроизведение виброускорения, виброскорости, виброперемещения в диапазоне частот от 0,2 Гц до 12 кГц
10.13	1. Измерение частоты вибрации (1...15) гц $\pm 0,1$ гц, амплитудой (1...150) мм $\pm 0,5$ мм
11	Оптические и оптико-физические измерения
11.1	1. Измерение плотности мощности излучения в УФ диапазоне от 100 до 400 нм; от $1 \cdot 10^{-13}$ до $1 \cdot 10^{-11}$ Вт/см ² ; $\pm 3\%$; 2. Генерирование мощности в УФ диапазоне от 100 до 400 нм; от $1 \cdot 10^{-12}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ Вт; $\pm 3\%$
11.2	Яркомер-люксметр (типа ЯРМ-3) Диапазон измеряемых яркостей От $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^8$ кд/м ² Диапазон измеряемых освещенностей

	От $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^9$ лк. Погрешность не более 8%
11.3	Электронный ускоритель импульсный ток пучка 400 мА. Пучки электронов с плавной перестройкой энергии от 4 до 10 МэВ для получения единичных электронов с интервалами 4 мкс и более
11.4	Спектральный диапазон, нм 320 - 900 Диапазон показаний длин волн, нм 315-990 Диапазон измерений: - СКНП, % 1 - 99 - оптической плотности, Б 0,004 -2 Диапазон показаний: -СКНП,% 0,1-120 - оптической плотности, Б 0 - 3 - концентрации, единиц концентрации 0,001 - 9999 Пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности при измерении СКНП, % $\pm 0,5$ Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки длины волны, нм ± 3 Рабочая длина кювет, мм 1,3, 5, 10, 20,30, 50, 100
11.5	Система непрерывного контроля аэрозольных частиц в воздухе с пределом измерения 5-25 мкм (8-12 каналные). Методика поверки/калибровки системы
11.6	СИ оптических характеристик материалов в диапазоне температур выше 4000 К
11.7	освещенность от 10^{-4} лк, освещенность от 10^{-10} Вт/см ²
11.8	измерение энергии лазерного излучения $10^{-8} \dots 10^{-3}$ Дж; $\pm 5\%$
11.9	Измерение энергетической яркости и энергетической освещенности в диапазоне спектра от 5 до 8 мкм. Диапазон измеряемых значений энергетической освещенности от $1 \cdot 10^{-14}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Вт/м ² . Погрешность измерения не более 10%.
11.10	измерение характеристик излучения светодиодов (длина волны, мощность или световая отдача излучения на нужной длине волны) в диапазоне длин волн от 540 нм до 200 нм; $\pm 0,1$ нм; $\pm 0,1$ мВт в диапазоне до 10 Вт
11.11	Измерение скорости детонации промышленных ВВ на базе фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) с использованием оптоволоконна в виде мульти-волоконных зондов диаметром 250 мкм в количестве не менее 64 штук и регистрацией результатов измерений цифровыми осциллографами. - диапазон измерений скоростей 2...4 км/сек.; - погрешность не более 5 %.
11.12	Измерение профиля показателя преломления в заготовках волоконных световодов. $dn = -0.03 \dots +0.03 \pm 0.0001$ Измерение профиля показателя преломления в волоконных

	световодах $dn=-0.03...+0.03 \pm 0.0001$ Измерение геометрии волоконных световодов.
11.13	Измерение профиля интерферометрического поля с погрешностью $\lambda/1000$.
11.14	Измерение оптической плотности от 0,01 до 2,0; $\pm 1 \%$
11.15	Измерение массовой концентрации аэрозольных частиц (масляного, солевого тумана) при контроле изделий и технологических процессах. Диапазон измерений массовой концентрации аэрозоля 10-6 — 5 г/м ³ , с основной приведенной погрешностью не более 11 % Измерение размера частиц аэрозоля Диапазон измерений от 0,3 до 100 мкм с основной приведенной погрешностью не более 20 %
11.16	Измерение коэффициентов пропускания и отражения оптических деталей в диапазоне от 180 нм до 3300 нм и от 2,5 мкм до 15 мкм
11.17	1. Измерение параметров диодов ИК-диапазона: длина волны от 720 до 2500 нм; $\pm 3 \%$. 2. Измерение параметров источников света: - силы света от 0,01 до 200000 кд, $\pm 5 \%$; - светового потока от 0,01 до 150000 лм, $\pm 5 \%$; - длины волны от 200 до 2500 нм, $\pm 1 \text{ нм}$; - яркости: от 1 до 200000 кд/м ² , $\pm 7 \%$; - координат цветности x: от 0,0039 до 0,7347; y: от 0,0048 до 0,8338; $\pm 0,002$; - коррелированной цветовой температуры: от 1600 до 16000 К, $\pm 30 \text{ К}$. 3. Термотокостабилизированные эталоны силы света, светового потока: от 0,001 до 2000 кд, $\pm 1 \%$
11.18	1. Измерение мощности оптического излучения : -80 - +10 дБм; ПГ $\pm (1,5 - 4) \%$ в диапазоне волн 1260...1600нм; 2. Измерение расстояния до места повреждения в оптическом световоде: 0,06 - 600 км; ПГ $\pm(0,5+1*10^{-5}*L)$ м, на длинах волн 1310нм ; 1490 нм; 1550нм; 1625нм
11.19	1. Измерение интегрального коэффициента пропускания в области от 0,4-0,7; 0,4-1; 0,9-1,7; 0,9-2,5; 3-5; 8-14 мкм. Коэффициент пропускания $\pm 3\%$. 2. Фокусное расстояние, погрешность 3%. 3. Измерение контраста на фиксированных пространственных частотах для длин волн 0,4-0,7; 0,4-1; 0,9-1,7; 0,9-2,5; 3-5; 8-14 мкм, частота $\pm 10\%$
11.20	Содержание ванадия в остаточных н/пр; 2-30 ppm; 0,5 ppm
11.21	Измерение затухания в оптическом волокне от 0 до 200 км; дБ
11.22	1.Измерение коэффициента направленного пропускания в спектральном диапазоне от 400 до 750 нм: Погрешность: $\pm(0,25...1) \%$

11.23	Измерение геометрических параметров (методами сканирующей зондовой микроскопии) поверхностных структур с аспектным отношением более 10; глубиной более 2 мкм; ± 1 нм.
12	Измерения параметров ионизирующих излучений
12.1	Плотность пульповых продуктов, т/м ³ , ± 5 кг/м ³ .
12.2	Измерения активности радиоактивных аэрозолей в воздухе рабочей зоны, диапазон определений для альфа активных аэрозолей 0,01 – 2500 Бк, диапазон для бета-активности 1 до $1 \cdot 10^6$ Бк
12.3	Измерения мощности дозы гамма-излучения с диапазоном от 10 мкрад/ч до 1000 рад/ч. Погрешность до 25%
12.4	1. Измерение мощности поглощенной дозы β -излучения; $1 \cdot 10^7 \dots 3 \cdot 10^{-3}$ Гр1с; ± 10 %; 2. Измерение плотности потока нейтронов от 2,5 до $3,5 \cdot 10^3$ нейтр/(с*см ²)
13	СИ медицинского назначения
13.1	Стандартные образцы (эталоны) наркотических веществ для проведения испытаний приборов обнаружения наркотических веществ; список 1, список 2.
13.2	Пределы измерений Давление: 20 - 280 мм рт. ст. Пульс: 40 - 200 ударов в минуту Погрешность измерений Давление: ± 3 мм рт. ст. Пульс: ± 5 %
13.3	Измерение температуры тела человека от 32 до 42 0С включ. $\pm 0,01$
13.4	1.Измерение артериального давления: 0...300 мм.рт.ст. Погрешность: ± 3 мм.рт.ст. 2.Измерение концентрации паров алкоголя в выдыхаемом воздухе Погрешность: ± 5 %
14	СИ служб экологии
14.1	Анализ состава синтез-газа – горючие газы; 0...70%
14.2	Анализ состава атмосферного воздуха: Парниковые, Горючие газы 0...50%; НКПР ± 5 %
14.3	Измерение влажности в газоходе при температуре отходящих газов в газоходе + 85...300 0С; ± 1 %
15	СИ в картографии и навигации
	-
16	СИ в службах связи
16.1	Измерение количества информации (коэффициент ошибок, потери пакетов, время задержки пакетов): 10 Гбит/с- 100 Гбит/с; ПГ $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
17	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса

17.1	измерение массового расхода; до 4000 т/ч; ПГ ±0,25%
17.2	1. Анализ состава атмосферного воздуха - углеводороды группы С1-С3, 0...300 мг/м ³ (ПДК), ±10%. 2. Уровень, расход трехфазного потока (нефть+вода+газ). 3. Измерение массового (объемного) расхода жидкости: 1 — 10000 т/ч (м ³ /ч); 0,05-0,2 %
18	Измерительные системы (ИС) и элементы ИС
18.1	Измерений уровней бьефов с погрешностью ±1 см с учетом быстрого изменения уровня (на 9 м за 4 часа) и наличием «стоячих» волн.
18.2	Измерение скорости потока жидкости и газа, 0...100 м/с, 0,5%
18.3	цифровая векторная модуляция, генерация: а) ЧМн-2(3), ФМн-2 с макс.скор. до 40 Мбит/с; б) диап.раб.част.: 300 МГц-6 ГГц; в) шаг уст. част. - 2(3) Гц; д) погр. Уст.част. ± 3·10 ⁽⁻⁸⁾ . е) прием, анализ широкополосного сигнала/ демодуляция: ф) макс.полоса 100 МГц; г) уровень вх.сиг. -90...10 дБм.
19	СИ характеристик средств транспорта
	-

Прогнозируемые метрологические характеристики эталонов единиц величин

Таблица 1 – Области измерений, где требуется разработка новых эталонов единиц величин с указанием соответствующих метрологических характеристик

№ пп.	Вид измерений / Измерительная задача
1	Геометрические измерения
1.1	1 Эталон единицы длины: диапазон от 0,1 до 100 нм; 0,05 нм
1.2	2 ВЭТ толщины покрытия в диапазоне от 0,5 до 120 мкм
2	Механические измерения
	-
3	Измерения расхода, уровня, вместимости
3.1	РЭ количества криогенных сред От 1 до 1000 кг; $\pm(0,1-0,3) \%$.
3.2	1 Эталон единицы массового расхода криогенных жидкостей; от 0,1 до 100 т/ч; $\pm 0,2 \%$ 2 Государственный специальный эталон единицы длины (уровня) 1-го разряда в диапазоне от 0 до 20 м; погрешность $\pm 0,1$ мм. 3 Эталон единицы объемного расхода газа; диапазон от 10 до 70000 м ³ /ч; измеряемая среда – природный газ при давлении до 10 Мпа. 4 Эталон расхода и количества жидкости; диапазон от 1 г/ч до 1 кг/ч; погрешность $\pm 0,1 \%$.
4	Измерения давления и вакуума
4.1	1 Эталонный вакууметр: от 10^{-4} до 10^5 Па, $\pm 2 \%$. 2 Эталон потока газа в вакууме
4.2	Создание эталонов переносчиков для ГЭТ 43-2013.
5	Физико-химические измерения
5.1	Создание РЭ содержания тяжелой воды в диапазоне от 0 % ат. до 99,999 % ат., с погрешностью измерений $\pm 1 \%$ ат. Эталон единицы дзета-потенциала; от минус 150 до 150 мВ, $\pm 5 \%$. Вторичный эталон единиц массовой концентрации ионов металлов: Аналитические ионы: Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Sr, Zn, Pb. Диапазон от 0,9 до 1,1 г/кг. Погрешность 1,0 %.
5.2	Эталон люминесценции, в т.ч. флуоресценции в диапазоне 10^{-5} до 10^5 ОЕФ (от 10^{-7} до 100 мг/см ³)
5.3	Вторичный эталон единиц объемной доли органических компонентов в пересчете на дозвровоопасную концентрацию в диапазоне от 5 % до 50 % НКПР, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения объемной доли целевого компонента от $\pm 5 \%$ до 2,5 %.
5.4	Референтные методики измерений содержания онкомаркеров различной природы: гормоны, ферменты, гликопротеины, липиды, метаболиты.

	<p>Референтные методики измерений каталитической активности катализаторов, применяемых для низкотемпературного каталитического пиролиза твердых отходов, катализаторов, применяемых для утилизации газообразных отходов, катализаторов гетерогенных процессов.</p> <p>Референтные методики измерений содержания и идентификации диагностически значимых аналитов для лабораторной медицины.</p> <p>Референтные методики измерений концентрации биофармацевтических препаратов и конъюгатов из ряда: инсулин, антитела, антитело-препарат.</p> <p>Референтные методики измерений концентрации/массовой доли пищевых добавок класса антиокислители из ряда следующих: Бутилоксианизол, Бутилокситолуол, трет.-Бутилгидрохинон, Пропилгаллат, Октилгаллат, Додецилгаллат, 4-Гексилрезорцин, Глюконовая кислота, Гваяковая смола.</p> <p>Референтная методика измерений содержания маркеров губкообразной энцефалопатии крупного рогатого скота иммуноферментным методом.</p>
5.5	Государственный эталон единицы вязкости жидкости в потоке, диапазон измерений от $3 \cdot 10^{-4}$ до $1,0 \cdot 10^3$ Па·с, $\delta_0 = 0,6$ %.
6	Температурные и теплофизические измерения
6.1	<p>Государственный вторичный эталон единицы температуры в диапазоне от 962 °С до 5000°С.</p> <p>Суммарная погрешность от 2,0 °С до 5,0 °С.</p> <p>Измерительный комплекс числа Воббе от 0 до 90 МДж/м³, погрешность 0,3 %</p>
6.2	Эталон плотности теплового потока; от 10 до 100 кВт/м ² ; ± 3 %.
7	Измерения времени и частоты
7.1	Эталон частоты оптического диапазона; от 1 ТГц до 570 ТГц; ПГ < $\pm 1E-6$
8	Электрические и магнитные измерения
8.1	1 Эталон единицы импульсного электрического напряжения: диапазон от 0,1 до 500 кВ; ± 10 %; длительность фронта от 50 до 500 пс.
8.2	2 Эталон единицы импульсного тока электростатических разрядов: диапазон от 0,01 до 10 кА; ± 10 %, длительность фронта от 1 до 100 нс.
8.3	Эталоны единиц магнитной индукции от 20 до 250 мкТл; от 20 мТл до 2 Тл, магнитных параметров материалов, градиента магнитной индукции от 0,1 мТл/А до 1 Тл/А.
9	Радиотехнические измерения
9.1	Эталон мощности СВЧ: от 0,001 до 100 мВт, диапазон частот от 50 МГц до 178 ГГц, погрешность от 2 % до 10 %.
9.2	<p>Эталон скорости передачи информации на пакетных уровнях от 1 Кибитайт/с до 10 гибитайт/с.</p> <p>Пределы допускаемой погрешности ± 10 Байт/с.</p>
9.3	<p>Меры комплексного коэффициента отражения(ККО) и передачи (ККП)</p> <p>Диапазон частот от 0 до 110 ГГц,</p> <p>соединитель 1 мм, погрешность по ККО не более 0,09, погрешность по ККП не более 0,04</p>
10	Виброакустические измерения

10.1	<p>Эталонная установка для измерения коэффициента затухания сдвиговых ультразвуковых волн в твердых средах; диапазон коэффициента затухания от 5 до 400 дБ/м; диапазон частот от 1,0 до 10 МГц; СКО, в поддиапазоне от 5 до 10 дБ/м, не более 10 %; в поддиапазоне от 10 до 400 дБ/м, не более 5 %. Границы НСП результата измерения коэффициента затухания: в поддиапазоне от 5 до 10 дБ/м, не более 10 %; в поддиапазоне от 10 до 400 дБ/м, не более 5 %.</p>
10.2	<p>- Ультразвук: 1 Эталон единицы акустического давления в воде: диапазон частот от 1 до 40 МГц, диапазон давлений от 0,1 до 40 Мпа, НСП ± 10 %. - Скорость звука: 2.1 Рабочий эталон 2-го разряда единицы скорости звука в воде $C = 800...2000$ м/с, погрешность от 0,4 до 0,8 м/с. 2.2 Рабочий эталон 1-го разряда единицы скорости звука в воде $C = 800...2000$ м/с; погрешность от 0,25 до 0,5 м/с. - Гидроакустические: 3.1 Эталон единицы звукового давления в воде: - диапазон частот от 1 до 5 МГц; - диапазон температур от 0 °С до 35 °С; - диапазон гидростатических давлений до 60 МПа; НСП ± 12 %. 3.2 Эталон единицы колебательной скорости: - диапазон частот до 50 кГц; НСП ± 12 %.</p>
11	Оптические и оптико-физические измерения
11.1	1 Эталон скорости передачи информации в оптическом тракте от 150 Мбит/с до 28 Гбит/с.
11.2	2 Эталон коэффициента передачи модуляции объективов от 0 до 1; 0,02
11.3	3 Эталон длины волны в спектральном диапазоне от 2,5 до 20 мкм
12	Измерения параметров ионизирующих излучений
12.1	Эталон единицы потока протонов и ионов от 5 до $5 \cdot 10^8$ с ⁻¹ ; ± 10 %.
13	СИ медицинского назначения
13.1	Эталон поляризуемости эритроцитов; от 10^{-16} до 10^{-14} м ³ ; ± 10 %.
13.2	Создание рабочего эталона единицы мощности УЗИ в диапазоне от 5 до 500 мВт
14	СИ служб экологии
	-
15	СИ в картографии и навигации
	-
16	СИ в службах связи
16.1	Эталон скорости передачи информации в оптическом тракте от 150 Мбит/с до 28 Гбит/с.
17	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса
17.1	Создание РЭ содержания тяжелой воды в диапазоне от 0 % ат. до 99,999 % ат. с погрешностью измерений ± 1 % ат.

17.2	Эталон единицы вязкости в диапазоне от 100 МПа·с до 1000000 МПа·с, ± 3 %.
17.3	Эталон тепловой мощности в системах теплоснабжения; от 1 до 100 кВт; ± 1,5 %.
17.4	<p>Мобильные эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.637-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового расхода многофазных потоков». Диапазон воспроизведения массового расхода газожидкостных смесей от 0,1 до 150 т/ч с относительной погрешностью от 1,5 % до 2,0 % и диапазоном воспроизведения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, от 0,1 до 6000 м³/ч с относительной погрешностью от 3 % до 5 %.</p> <p>Примечание – Эталон должен обладать математическим аппаратом, способным решать проблемы, отсутствующие в традиционной практике применения стационарных эталонов – а именно проблем, связанных с описанием разгазирования добываемой нефти при изменении параметров работы устьевого оборудования</p>
18	Измерительные системы (ИС) и элементы ИС
	-
19	СИ характеристик средств транспорта
	-

Прогнозируемые метрологические характеристики новых и совершенствуемых государственных первичных эталонов единиц величин

Таблица 1 – Области измерений, где требуется разработка новых Государственных первичных эталонов единиц величин с указанием соответствующих метрологических характеристик

№ пп.	Вид измерений / Измерительная задача
1	Геометрические измерения
1.1	1 Государственный первичный специальный эталон единицы длины в области измерений толщины полупроводниковых покрытий, диапазон измерений от 0,1 до 30 мкм, ПГ от 0,03 мкм. 2 Государственный первичный специальный эталон единицы длины в области измерений толщины металлических и диэлектрических покрытий, диапазон измерений от 1 мкм до 600 мм, ПГ от 0,3 мкм.
2	Механические измерения
2.1	ГПЭ измерения твёрдости по шкалам Кнуппа - Диапазон чисел твёрдости НК от 3 до 2000. Погрешность НК от $\pm 0,1$ до ± 90 .
3	Измерения расхода, уровня, вместимости
3.1	ГПЭ количества криогенных сред, диапазон от 1 до 100 кг; $\pm (0,05-0,1) \%$. ГПЭ количества природного газа на реальном газе и давлении, диапазон от 0,01 до 0,5 м ³ , $\pm 0,05 \%$.
3.2	1 ГЭТ – Государственный первичный эталон массового расхода криогенных жидкостей; от 0,1 до 100 т/ч; $\pm 0,1 \%$. 2 ГЭТ – Государственный первичный специальный эталон; величина: объемный расход; диапазон от 8 до 480 м ³ /ч; измеряемая среда – природный газ при давлении до 10 МПа. 3. ГЭТ – Государственный первичный эталон единицы массового расхода жидкости; диапазон от 1 до 2000 т/ч.
4	Измерения давления и вакуума
4.1	Эталон потока газа в вакууме; $\pm 0,5 \%$.
4.2	ГПЭ импульсного давления – от 1 до 1000 Мпа.
5	Физико-химические измерения
5.1	Создание ГПЭ содержания тяжелой воды в диапазоне от 0 % ат. до 99,999 % ат. с погрешностью $\pm 0,03 \%$ ат. ГПЭ единицы дзета-потенциала; от минус 150 до 150 мВ, $\pm 5 \%$. ГПЭ единицы удельной электрической проводимости воздуха от 5 до 50 фСм/м; ± 1 фСм/м
5.2	ГЭТ люминесценции, в т.ч. флуоресценции в диапазоне от 10 ⁻⁵ до 10 ⁵ ОЕФ (от 10 ⁻⁷ до 100 мг/см ³)
5.3	Первичные референтные методики измерений содержания и идентификации биомаркеров на основе первичных методов измерений для биомаркеров из ряда следующих: липопротеиды, аполипипротеиды, высокочувствительный С-реактивный белок, ферменты – фосфолипазы, киназы, внутриклеточные ферменты ЦНС, нейроспецифические белки (миелин), гормон роста и новые изучаемые маркеры.

	Первичная референтная методика измерений состава (чистоты) 2 фармацевтических субстанций из ряда следующих: инсулин, антитела, антитело-препарат (лекарственное средство). Первичная референтная методика измерений содержания патогенных биологических агентов из ряда: простейшие, грибы, бактерии, микоплазмы, хламидии, вирусы, токсины в биологической матрице.
6	Температурные и теплофизические измерения
	-
7	Измерения времени и частоты
	-
8	Электрические и магнитные измерения
8.1	Эталон удельной электрической проводимости в диапазоне от 0,5 до 60 МСм/м, погрешность от 0,1 % до 0,5 %
8.2	ГЭТ – ХХ. Величина: мощность постоянного тока; диапазон до 150 кВт; НСП от $2 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$
8.3	ГПЭ комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 100 ГГц до 700 ГГц, ϵ' , относительная единица от 1 до 20; $\pm (1 - 5) \%$, $\text{tg}\delta$ от 10^{-5} до 10^{-1} ; $\pm 25 \%$.
8.4	Разработка государственного первичного эталона единицы электрического активного сопротивления в диапазоне частот от 1 до 250 МГц. - диапазон частот от 1 до 250 МГц; - пределы воспроизведения единицы активного сопротивления от 1 до 10^7 Ом; - базовая погрешность воспроизведения $10^{-4} - 2 \cdot 10^{-3}$
8.5	Эталон единицы магнитной индукции переменного поля от 50 мТл до 1 Тл, при частоте от 45 до 55 Гц.
9	Радиотехнические измерения
9.1	Государственный первичный эталон единиц комплексных коэффициентов отражения и передачи в волноводных трактах: диапазон частот от 2,14 до 178,4 ГГц; диапазон значений модуля коэффициента передачи от 0 до минус 70 дБ; диапазон значений фазы коэффициента передачи от 0 до 360 градусов; диапазон значений модуля коэффициента отражения от 0 до 1; диапазон значений фазы коэффициента отражения от 0 до 360 градусов; неисключенная систематическая погрешность воспроизведения модуля КО в диапазоне частот от $\pm 0,001$ до $\pm 0,015$; неисключенная систематическая погрешность воспроизведения модуля КП в диапазоне частот от $\pm 0,02$ до $\pm 0,5$ дБ.
9.2	Государственный первичный эталон единицы эффективной площади рассеяния объектов: диапазон от 0,001 до 100 м ² , погрешность $\pm 3 \dots 6 \%$
9.3	Государственный первичный эталон единицы коэффициента усиления антенн: диапазон частот от 1 до 50 ГГц; величина от 0 до 40 дБ; погрешность $\pm 0,1 \dots 0,3$ дБ
9.4	Государственный первичный эталон единицы коэффициента усиления антенн: диапазон частот от 50 до 178 ГГц; величина от 10 до 50 дБ; погрешность $\pm 0,1 \dots 0,3$ дБ
10	Виброакустические измерения
10.1	Ультразвук 1. ГПЭ единицы акустического давления в воде: Диапазон частот – от 1 до 40 МГц, Диапазон давлений – от 0,1 до 10 МПа

	<p>НСП $\pm 8 \%$ Гидроакустические 2.1 Эталон единицы звукового давления в воде: - диапазон частот – от 1 до 5 МГц; - диапазон температур от 0 до 35 °С; - диапазон гидростатических давлений до 60 МПа; НСП $\pm 5 \%$ 2.2 Эталон единицы колебательной скорости: - диапазон частот до 50 кГц НСП $\pm 6 \%$</p>
11	Оптические и оптико-физические измерения
11.1	<p>1. ГЭТ плотностей мощности лазерного импульса, воздействующих на испытываемые образцы оптических элементов Плотность мощности, $1 \cdot 10^8$ до $1 \cdot 10^{11}$ Вт/см² - рабочие длины волн лазерного излучения, 1,064; 0,532 мкм - длительность импульса, 10^{-6} до 10^{-11} с ширина пучка в целевой плоскости, 0,1 до 10 мм Суммарная стандартная неопределенность порога разрушения, не более 2,5 % $U_c = 2,5 \%$</p>
11.2	<p>2. ГЭТ - Диапазон позиционного смещения пучка, от 0,02 до 6,0 мм - Диапазон углового смещения пучка от 0,07 до 35, угл. мин Дискретность позиционного смещения пучка, 0,02 мм Дискретность углового смещения пучка 4,0 угл. с Суммарная погрешность, не более 1,0%</p>
12	Измерения параметров ионизирующих излучений
12.1	<p>Государственный первичный эталон единицы потока протонов и ионов $5 \cdot 10^3 \dots 5 \cdot 10^9$ с⁻¹ $5 \pm \%$</p>
13	СИ медицинского назначения
13.1	ГЭТ люминесценции, в т.ч. флуоресценции
13.2	ГПЭ поляризуемости эритроцитов; От 10^{-16} до 10^{-14} м ³ ; $\pm 5 \%$
13.3	Создание ГПЭ единицы счетной концентрации ДНК в диапазоне от 10 до 1000 копий/мкл
14	СИ служб экологии
14.1	ГЭТ люминесценции, в т.ч. флуоресценции
15	СИ в картографии и навигации
15.1	<p>ГПСЭ координат местоположения В части хранения абсолютных координат: Погрешность 0,01м В части воспроизведения координат потребителя: Погрешность 0,02м В части воспроизведения/измерения беззапросной дальности по фазе дальномерного кода: Погрешность 0,01м В части воспроизведения/измерения беззапросной дальности по фазе несущей частоты: Погрешность 0,0005 м</p>

	<p>В части формирования скорости потребителя ГНСС: Погрешность 0,004 м/с В части воспроизведения скорости изменения беззапросной дальности: Погрешность 0,002 м/с</p> <p>ГПСЭ единицы уклонения отвесной линии Диапазон: от минус 100" до плюс 100" Погрешность 0,1"</p> <p>ГПСЭ единицы измерения горизонтального гравитационного градиента Диапазон: от минус 1000 до плюс 1000 Е ($1 \times 10^{-9} \text{ 1/c}^2$) Погрешность 0,1Е</p>
16	СИ в службах связи
	-
17	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса
17.1	Создание ГПЭ содержания тяжелой воды в диапазоне от 0 до 99,999 % ат. с погрешностью $\pm 0,03$ % ат.
17.2	<p>Государственный первичный специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей. Предполагаемые МХ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон массового расхода жидкости в составе газожидкостной смеси до 600 т/ч; - диапазон объемного расхода газа в составе газожидкостной смеси до 25 000 м³/ч; - максимальное рабочее давление до 2,5 МПа
18	Измерительные системы (ИС) и элементы ИС
	-
19	СИ характеристик средств транспорта
19.1	<p>Эталон координат местоположения ГПСЭ координат местоположения В части хранения абсолютных координат: Погрешность 0,01 м В части воспроизведения координат потребителя: Погрешность 0,02 м В части формирования скорости потребителя ГНСС: Погрешность 0,004 м/с</p>

Таблица 2. Области измерений, где требуется модернизация Государственных первичных эталонов единиц величин с указанием соответствующих метрологических характеристик.

№ пп.	Вид измерений / Измерительная задача
1	Геометрические измерения
1.1	<p>ГЭТ 199-2018 Диапазон до 60 м Погрешность (НСП) ±5 мкм Диапазон до 3000 м Погрешность (СКО) ±0,7 мм</p> <p>ГЭТ 199-2018 Диапазон до 240 м Погрешность (НСП) 35 мкм Диапазон до 5000 м Погрешность (СКО) 0,5 мм</p>
1.2	<p>1. Совершенствование Государственного специального первичного эталона единицы длины в области измерений параметров шероховатости Rmax, Rz, Ra (ГЭТ 113-2014) Измеряемые параметры -старые Rmax, Rz, Ra -новые Ra, Rz, Rq, RSm, Sa, Sq, d(h) - диапазон оптических измерений в область менее 1 нм, ПГ≥1 нм</p> <p>2. Совершенствование Государственного первичного эталона ГПСЭ единицы длины в области измерений параметров отклонений формы и расположения поверхностей вращения (ГЭТ 136-2011), изменение диапазона измерений с 50 нм до 15 нм; Fmax= 1,5x10⁻⁸ - 3x10⁻³ м, U=0,01 мкм</p>
2	Механические измерения
2.1	<p>ГЭТ 32-2011 Старые: диапазон передачи до 9 МН Новые: диапазон передачи до 15 МН ГЭТ 3-2008 Старые: диапазон передачи от 1 мг до 20 кг Новые от 0,05 мг до 50 кг</p>
2.2	<p>ГЭТ 33-85 Старые: - диапазон чисел твёрдости НВ от 8 до 450 - диапазон чисел твёрдости НВW от 8 до 650 - погрешность НВ (НВW) от ± 0,2 до ± 19,5</p> <p>Новые: - диапазон чисел твёрдости НВ от 3 до 450 - диапазон чисел твёрдости НВW от 3 до 650 - погрешность НВ (НВW) от ± 0,1 до ± 19,5</p>
3	Измерения расхода, уровня, вместимости
3.1	Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости

	ГЭТ 63-2017; МХ старые: Диапазон: 0,01-500 т/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$), Расширенная неопределенность не более 0,033%; МХ новые: Диапазон: от 1 г/ч до 2000 т/ч
4	Измерения давления и вакуума
4.1	ГЭТ 131 Старые Диапазон давлений: от 100 Па до 25 МПа Новые Диапазон давлений: от 100 Па до 100 МПа
5	Физико-химические измерения
5.1	ГЭТ показателей активности рХ ионов в водных растворах ГЭТ 171-2011 МХ: диапазон было: 1-7 Диапазон стало: 1-8 Погрешность было: $\pm 0,0017$ Погрешность стало: $\pm 0,0015$ ГЭТ 163 единиц дисперсных параметров аэрозолей, взвесей и порошкообразных материалов; размер частиц: более 30 нм – более 1,0 нм; дзета-потенциал; отсутствует - минус 150 .. +150 мВ. ГЭТ 212-2014 Старые: Не обеспечивает углекислый газ Новые: -величина: Единица массовой концентрации растворенного углекислого газа в жидких средах -диапазон: от 0 до 15 г/дм ³
5.2	ГЭТ 196-2015 Массовая и молярная доля компонентов Старые: от 10^{-10} до 99,99 % Новые от 10^{-12} до 99,99 %
6	Температурные и теплофизические измерения
6.1	ГЭТ 35-2010 Старые: - диапазон от 0,3 до 273,16 К. - суммарная стандартная неопределенность от 0,2 до 0,7 мК Новые: - диапазон от 0,15 до 273,16 К. - суммарная стандартная неопределенность от 0,2 до 0,7 мК
6.2	ГЭТ 141-84 Старые: - диапазон температур от 4,2 до 90 К. - диапазон теплопроводности от 0,1 до 10 Вт/(м·К). - суммарная стандартная неопределенность $6.5 \cdot 10^{-3}$ Новые: - диапазон температур от 4,2 до 300 К - диапазон теплопроводности от 0,1 до 10 Вт/(м·К). - суммарная стандартная неопределенность $6.5 \cdot 10^{-3}$

6.3	<p>ГЭТ 79-75</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон температур от 4,2 до 90 К. - диапазон удельной теплоемкости от 0,1 до 500 Дж/(кг·К). - суммарная стандартная неопределённость $4,8 \cdot 10^{-4}$ - $1,65 \cdot 10^{-3}$ <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон температур от 4,2 до 300 К. - диапазон удельной теплоемкости от 0,1 до 500 Дж/(кг·К). - суммарная стандартная неопределённость $4,8 \cdot 10^{-4}$ - $1,65 \cdot 10^{-3}$
6.4	<p>Государственный первичный эталон единицы температуры ГЭТ 34 в диапазоне от 0 °С до 5000 °С</p> <p>Суммарная погрешность от 0,05 °С до 2,5 °С</p> <p>ГЭТ16-2018 единица объемной энергии сгорания от 3 до 90 МДж/м³, погрешность 0,08 %</p>
6.5	<p>ГЭТ - 172</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон: от 10 до 10000 Вт/м² <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон от 10 до 100 кВт/ м²
7	Измерения времени и частоты
7.1	<p>Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018</p> <p>Пределы допускаемых смещений национальной шкалы времени UTC(SU) относительно шкалы всемирного координированного времени UTC</p> <p>$\Delta T_{UTC-UTC(SU)} \pm 7$ нс; $\Delta T_{UTC-UTC(SU)} \pm 3$ нс</p>
8	Электрические и магнитные измерения
8.1	<p>1. ГПСЭ 148-2013</p> <p>Старые: нет.</p> <p>Новые:</p> <p>Импульсное электрическое напряжение: диапазон от 0,1 до 100 кВ $\pm 1\%$; длительность фронта от 50 до 500 пс</p>
8.2	<p>2. ГПСЭ 202-2012</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - импульсный ток от 1 до 100 кА; - фронт 150 нс; <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - импульсный ток электростатических разрядов: диапазон от 0,01 до 1 кА $\pm 1\%$, - фронт от 1 до 10 нс: - импульсный ток молниевых разрядов: диапазон 1-200 кА $\pm 1\%$, - фронт 100 нс
8.3	<p>ГЭТ 4-91:</p> <p>Старые: От $1 \cdot 10^{-16}$ - $1 \cdot 10^{-9}$ А $\pm (2,5 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-7})$.</p> <p>Новые: от $1 \cdot 10^{-16}$ до $1 \cdot 10^2$ А $\pm (2,5 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-7})$.</p>

8.4	ГЭТ 153-12 Старые: - максимальная частота – 2500 Гц; Новые: максимальная частота - 100 кГц
8.5	ГЭТ 25-79 Старые: НСП $5 \cdot 10^{-7}$ Новые: НСП $5 \cdot 10^{-8}$
8.6	ГЭТ 15-79 Старые: НСП $5 \cdot 10^{-6}$ Новые: НСП $2 \cdot 10^{-6}$
8.7	Совершенствование Государственного первичного эталона единицы электрической добротности ГЭТ 139-2013. - уменьшить суммарную стандартную неопределенность измерений при определении величины электрической добротности до $8 \cdot 10^{-5} \div 1,5 \cdot 10^{-3}$; - уменьшить неисключенную систематическую погрешность измерений при определении величины электрической добротности до $10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-3}$; - обеспечить подключение к ГЭТ 139-2013 эталонных мер международных стандартов (GR-874, N, BNC, TNC – будет уточнено на этапе проектирования).
8.8	ГЭТ – 12 2011 : Старые: -Магнитная индукция постоянного поля -диапазон: от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ Тл Новые: Магнитная индукция постоянного поля -диапазон: от $1 \cdot 10^{-8}$ Тл до 1Тл
9	Радиотехнические измерения
9.1	ГЭТ-200-2010 в части расширения функциональных возможностей поизмерениям скорости передачи информации на пакетных уровнях от 1 Кибитайт/с до 100 мебибайт/с Пределы допускаемой погрешности ± 1 Байт/с
9.2	ГЭТ 167-2017 Старые: диапазон частот от 37,5 до 78,33 ГГц Новые: диапазон частот от 37,5 до 178,43 ГГц
9.3	ГЭТ 26-2010 Старые: диапазон частот от 0,03 до 37,5 ГГц; коаксиальные тракты 7/3,04 мм; 3,5/1,52 мм Новые: диапазон частот от 1 МГц до 110 ГГц; коаксиальные тракты 7/3,04 мм; 3,5/1,52 мм; 2,92/1,26; 2,4/1,04 мм; 1,85/0,8 мм; 1,00/0,43 мм
9.4	ГЭТ 160-2006 Старые: Диапазон частот от 0,3 до 178 ГГц; ППЭ ЭМП от 0,1 до 10 Вт/м ² ; СПВ $(1,5 \dots 2,5) \cdot 10^{-2}$, НСП $(4 \dots 9) \cdot 10^{-2}$

	<p>Новые: Диапазон частот от 0,3 до 178 ГГц; ППЭ ЭМП от 0,01 до 10 Вт/м²; СПВ (1,2...2,0)·10⁻², НСП (3...6) ·10⁻²</p>
9.5	<p>ГЭТ 82-85 Старые: динамический диапазон от 1 до 10 Тл Новые: динамический диапазон от 0,1 до 14 Тл</p>
9.6	<p>ГЭТ 193-2010 Старые: динамический диапазон от 0 до 120 дБ Новые: динамический диапазон от 0 до 140 дБ</p>
9.7	<p>ГЭТ 75-2017 Старые: 50 и 75 Ом, диапазон частот от 0 до 65 ГГц Новые : Замена оборудования в ГЭТ 75-2017, которое выработало свой ресурс, -50 Ом. -соединитель типа 1 мм, Диапазон частот от 0 до 110 ГГц. Расширенная неопределенность передачи единицы ККО и КПП при k=2: ККО от 0,01 до 0,07, КПП от 0,0002 до 0,025</p>
10	Виброакустические измерения
10.1	<p>ГЭТ 57 Старые Диапазон ускорений: от 50 до 1000000 м/с/с Новые Диапазон ускорений: от 50 до 2000000 м/с/с</p>
10.2	<p>ГЭТ 19-2018 Старые: от 0,01 Гц до 100 кГц от 6,3 мкПа до 8 кПа от 0,2 до 1,5 дБ Новые: от 0,003 Гц до 160 кГц от 6,3 мкПа до 8 кПа от 0,2 до 1,5 дБ</p>
10.3	<p>-ультразвук 1. ГЭТ 169 Старые: Мощность - от 5 мВт до 12 Вт Диапазон частот – от 0,5 до 12 МГц Новые: Мощность - от 1 мВт до 400 Вт Диапазон частот – от 0,5 до 20 МГц -скорость звука 2. ГЭТ201-2012 Старые: Избыточное давление: от 0 до 15 МПа, Новые: Избыточное давление: 0...60 МПа. -гидроакустические</p>

	<p>2. ГЭТ 55 Старые: Диапазон частот от 0,001 до $1,0 \cdot 10^6$ Гц Диапазон температур нет Диапазон избыточных статических давлений до 50 МПа</p> <p>Новые: Диапазон частот от 0,001 до $5,0 \cdot 10^6$ Гц Диапазон температур от 0,5 до 35 °С Диапазон избыточных статических давлений до 60 МПа</p>
11	Оптические и оптико-физические измерения
11.1	<p>1. ГЭТ 185-2010. Старые метрологические х-к: - величина: поляризационная модовая дисперсия в оптическом волокне; - длины волн 1,31; 1,55 мкм.</p> <p>Новые метрологические х-к: - величина: поляризационная модовая дисперсия в оптическом волокне; - спектральный диапазон от 1,26 до 1,65 мкм.</p> <p>2. ГЭТ 170-2011. Старые метрологические х-к: - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм;</p> <p>- величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ Вт; - спектральный диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм;</p> <p>- величина: длина в оптическом волокне; - погрешность: 0,08-0,52 м.</p> <p>Новые метрологические х-к: - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 2,1 мкм;</p> <p>- величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до 10 Вт; - спектральный диапазон: от 0,5 до 2,5 мкм;</p> <p>- величина: длина в оптическом волокне; - погрешность: от 0,02 до 0,12 м.</p> <p>3. ГЭТ 203-2012 Старые: показатель преломления 0,5-5,0, главный показатель поглощения 0,01 – 8,00 Новые: показатель преломления 0,5-5,0, главный показатель поглощения 0,01 – 8,00, толщина от 0,1 нм до 100 мкм</p> <p>4. ГЭТ 187-2016</p>

	<p>Государственный первичный специальный эталон единиц энергии, распределения плотности энергии, длительности импульса и длины волны лазерного излучения.</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Энергии $1 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-1}$ Дж, спектральный диапазон 0,532;1.064;1,570 мкм длительность от 10^{-2} до 1 с Uс=0,34 % -Распределение плотности энергии, От $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ Дж/см² спектральный диапазон от 0,4 до 1,1 мкм Uс=1,1% -Длительность импульса, От $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ с спектральный диапазон от 0,4 до 1,1 мкм, диапазон энергии от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Дж От $5 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-9}$ с, спектральный диапазон от 0,4 до 0,8 мкм, диапазон по энергии от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ Дж Uс=0,16% -Длина волны от 0,3 до 1,1 мкм, диапазон по энергии от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Дж, диапазон по мощности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Вт Uс=$5,06 \cdot 10^{-4}$ <p>Новые:</p> <p>единиц позиционной и угловой стабильности лазерного пучка Рабочие длины волн, 1.064; 0,532 мкм Рабочая апертура, от 8 до 12 мм</p> <ul style="list-style-type: none"> -Диапазон позиционного смещения пучка, от 0,02 до 6,0 мм -Диапазон углового смещения пучка от 0,07 до 35, угл.мин Дискретность позиционного смещения пучка, 0,02 мм Дискретность углового смещения пучка 4,0 угл.с <p>Суммарная погрешность, не более 1,0% Погрешность передачи, не более 0,5% Энергия излучения однократного импульса от 80 до 100 мДж 5. ГЭТ 179-2010, улучшение стабильности эталонного источника СПЭЯ</p>
12	Измерения параметров ионизирующих излучений
12.1	<p>ГЭТ 73-75</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> -диапазон граничных энергий фотонов рентгеновского излучения от 20 до 60 кэВ; - диапазон мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (в воде) от $5 \cdot 10^{-4}$ до 5 Гр/с; - диапазон поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (в воде) от 1 до 5 Гр; - СКО $1,5 \cdot 10^{-2}$; - НСП $1 \cdot 10^{-2}$. <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон граничных энергий фотонов рентгеновского излучения от 10 до 60 кэВ; - диапазон мощности поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (в воде) от $2 \cdot 10^{-4}$ до 2 Гр/с; - диапазон поглощенной дозы в тканеэквивалентном материале (в воде) от $2 \cdot 10^{-2}$ до 200 Гр; - СКО $1,0 \cdot 10^{-2}$; - НСП $(2,5 - 1,5) \cdot 10^{-2}$

	<p>ГЭТ 134-82</p> <p>Старые:</p> <p>Экспозиционная доза от $8 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг</p> <p>Средняя мощность экспозиционной дозы от $8 \cdot 10^{-9}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ А/кг</p> <p>Средний поток энергии от $5 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ Вт</p> <p>Средняя плотность потока энергии от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Вт/м²</p> <p>Расширенная неопределенность (k=2) 3,2%</p> <p>Новые:</p> <p>Экспозиционная доза от $8 \cdot 10^{-7}$ до $6 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг</p> <p>Средняя мощность экспозиционной дозы от $8 \cdot 10^{-9}$ до $6 \cdot 10^{-5}$ А/кг</p> <p>Средний поток энергии от $5 \cdot 10^{-6}$ до $6 \cdot 10^{-5}$ Вт</p> <p>Средняя плотность потока энергии от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-1}$ Вт/м²</p> <p>Расширенная неопределенность (k=2) 2,6%</p>
13	СИ медицинского назначения
13.1	<p>ГПЭ единицы поглощенной дозы нейтронного излучения в диапазонах энергии от 0,05 до 14 МэВ и поглощенной дозы $2 \cdot 10^{-10}$-10^{-3} Гр/с, точность:</p> <p>старая</p> <p>НСП – 5%</p> <p>СКО – 1%</p> <p>Новая:</p> <p>НСП – 3%</p> <p>СКО – 1%</p>
13.2	<p>1. ГЭТ 170-2011.</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм; - величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ Вт; - спектральный диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм; <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 2,1 мкм; - величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до 10 Вт; - спектральный диапазон: от 0,5 до 2,5 мкм <p>2. ГЭТ 196-2015</p> <p>Массовая и молярная доля компонентов</p> <p>от 10^{-10} до 99,99 % -</p> <p>от 10^{-12} до 99,99 %</p>
14	СИ служб экологии
14.1	<p>ГЭТ показателей активности рХ ионов в водных растворах ГЭТ 171-2011</p> <p>МХ: диапазон было: от 1 до 7</p> <p>Диапазон стало: от 1 до 8</p> <p>Погрешность было: $\pm 0,0017$</p> <p>Погрешность стало: $\pm 0,0015$</p>
14.2	ГЭТ 196-2015

	Массовая и молярная доля компонентов от 10^{-10} до 99,99 % - от 10^{-12} до 99,99 %
15	СИ в картографии и навигации
	-
16	СИ в службах связи
16.1	<p>1. ГЭТ 185-2010. Старые: - величина: поляризационная модовая дисперсия в оптическом волокне; - длины волн 1,31; 1,55 мкм.</p> <p>Новые: - величина: поляризационная модовая дисперсия в оптическом волокне; - спектральный диапазон от 1,26 до 1,65 мкм.</p> <p>2. ГЭТ 170-2011. Старые: - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм;</p> <p>- величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ Вт; - спектральный диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм;</p> <p>- величина: длина в оптическом волокне; - погрешность: 0,08-0,52 м.</p> <p>Новые: - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 2,1 мкм;</p> <p>- величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до 10 Вт; - спектральный диапазон: от 0,5 до 2,5 мкм;</p> <p>- величина: длина в оптическом волокне; - погрешность: 0,02-0,12 м.</p>
17	СИ в отраслях топливно-энергетического комплекса
17.1	ГЭТ 17-XX Эталон единицы вязкости в диапазоне от 100 МПа·с до 1000000 МПа·с, ± 1 %
17.2	Государственный первичный специальный эталон единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ 195-2011; МХ старые: - диапазон массового расхода жидкости в составе газожидкостной смеси от 2 до 110 т/ч; - диапазон объемного расхода газа в составе газожидкостной смеси от 0,1 до 250 м ³ /ч; - максимальное рабочее давление 1,2 МПа. МХ новые: - диапазон массового расхода жидкости в составе газожидкостной смеси до 600 т/ч; - диапазона объемного расхода газа в составе газожидкостной смеси до 25000 м ³ /ч; - максимальное рабочее давление до 2,5 МПа
18	Измерительные системы (ИС) и элементы ИС
18.1	1. ГЭТ 185-2010.

	<p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - величина: поляризационная модовая дисперсия в оптическом волокне; - длины волн 1,31; 1,55 мкм. <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - величина: поляризационная модовая дисперсия в оптическом волокне; - спектральный диапазон 1,26-1,65 мкм. <p>2. ГЭТ 170-2011.</p> <p>Старые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм; <ul style="list-style-type: none"> - величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ Вт; - спектральный диапазон: от 0,6 до 1,7 мкм; <ul style="list-style-type: none"> - величина: длина в оптическом волокне; - погрешность: 0,08-0,52 м. <p>Новые:</p> <ul style="list-style-type: none"> - величина: длина волны оптического излучения; - диапазон: от 0,6 до 2,1 мкм; <ul style="list-style-type: none"> - величина: средняя мощность оптического излучения; - диапазон: от $1 \cdot 10^{-4}$ до 10 Вт; - спектральный диапазон: от 0,5 до 2,5 мкм; <ul style="list-style-type: none"> - величина: длина в оптическом волокне; - погрешность: 0,02-0,12 м.
19	СИ характеристик средств транспорта
	-