

ВОПРОС 1

Можете ли вы спрогнозировать технологические или социально-экономические изменения, которые окажут влияние на востребованные метрологические услуги для вашего сообщества пользователей?

В ходе исторического развития новые технические достижения оказали многостороннее влияние на его экономические, социальные и промышленные аспекты в мировом сообществе. Метрология содействовала большинству этих достижений, обеспечивая конкретные потребности, возникавшие по мере развития новых технологий, задач и в ходе социальных изменений. Таким образом, возникла необходимость адаптации метрологии к этим изменениям. Данный конкретный вопрос предназначен для того, чтобы спрогнозировать новую технологию или изменения в общественном и экономическом механизме, которые приведут к заметному изменению принятых в настоящее время метрологических методов, процедур и принципов работы. Характерным примером из прошлого могло бы послужить внедрение взаимозаменяемости в производстве продукции или полупроводниковой техники, что повлияло на все упомянутые сферы общества и промышленности. Это привело к переходу от аналоговых измерений к цифровым, повысившим точность, надежность и диапазон измерений. Кроме того, кардинально изменился способ хранения и обработки результатов измерений (от бумажных документов к цифровым файлам).

Сможете ли вы определить возможности, начиная от поэтапных и заканчивая фундаментальными изменениями в технологии, социально-экономическими изменениями или возникающими потребностями, которые могут повлиять на весь круг запросов, касающихся системы измерений или существующей сейчас инфраструктуры?

ВОПРОС 2

Можете ли вы спрогнозировать научно-технический прорыв в сфере науки и метрологии, который окажет влияние на предоставление метрологических услуг в настоящее время (если рассматривать всю цепочку метрологической прослеживаемости, в том числе, например, воспроизведение и передачу размеров единиц измерения)?

Новые технические достижения могут оказывать влияние на ряд областей на разных уровнях. В одних областях эти достижения могут быть кардинальными, меняющими всю сферу производства, в других они могут представлять собой небольшие обновления. Поскольку мы уделяем основное внимание измерениям и метрологии, данный вопрос касается возможных будущих технических решений, которые в первую очередь изменят то, как в настоящее время предоставляются метрологические услуги (калибровка, верификация, создание стандартных образцов и т.д.), начиная с простейших измерений и заканчивая непосредственной реализацией единиц СИ. Ответ на этот вопрос позволит получить представление о технологиях, которые изменят структуру измерений и метрологический профиль предоставляемых заказчикам услуг. Типичным примером из прошлого может служить внедрение интерферометрии в сферу метрологии, что привело к изменению определения основной единицы СИ - метра, который ранее определялся физическим артефактом. Этот шаг существенно изменил всю методологию и цепочку прослеживаемости в области измерений длины, что отразилось как на первичных метрологических лабораториях, так и на услугах, предоставляемых заказчикам.

Можете ли вы обозначить изменяющиеся технологии в области метрологии и метрологических услуг, которые окажут аналогичное влияние, с кратким описанием причин?

ВОПРОС 3

Появятся ли новые метрологические возможности после 2050 года благодаря техническим достижениям? Как известно, технологии стремительно развиваются в последние десятилетия. Метрология, как мы знаем, утвердилась как важнейшая область деятельности в мае 1875 года с подписанием Метрической Конвенции. За время, прошедшее с тех пор, был достигнут значительный научно-технический прогресс, во много повлиявший на практические методы метрологии. В результате мы получили возможность регистрировать калибровочные измерительные возможности (СМС) в Базе Данных KCDB благодаря участию в Договоренности CIPM MRA.

Ожидаете ли вы существенных или кардинальных изменений в том, что касается СМС, необходимых для оказания услуг заказчикам НМИ/НИ?

ВОПРОС 4

Можете ли вы прогнозировать серьезные или радикальные (disruptive) изменения в вашей области метрологии?

Термин “disruptive - радикальный, прорывной” используется здесь в более широком смысле. Прорывной означает инновационный или новаторский, он относится к инновациям, которые улучшают продукцию или услуги нестандартным способом и, тем самым, нарушают сложившийся рынок. В теории бизнеса прорывная инновация - это инновация, создающая новый рынок и структурную модель бизнес-процессов (value network) или входит в основание существующего рынка и в конечном итоге вытесняет устоявшиеся лидирующие на рынке фирмы, продукцию и объединения.

Взяв это значение за основу, мы можем найти несколько удачных примеров в метрологии. Можно рассматривать такие изменения не только с точки зрения рынка и потребителей измерений, но и с точки зрения метрологов, зависящих от этих изменений или связанных с ними, и которые должны были к ним адаптироваться.

Использование программного обеспечения в средствах измерений и измерительных системах привело к серьезным изменениям на рынке и повлияло как на запросы пользователей, так и на работу метрологов. Современный метролог проводит больше времени с мышью и клавиатурой, чем с реальным средством измерения. В настоящее время аппаратные средства эталона неотделимы от его программного обеспечения. Этот процесс еще продолжается, но он оказался трудным, продолжительным и довольно затянутым.

Настоящее время создает новые вызовы, которые могут быть гораздо более стремительными и неожиданными. Можете ли вы прогнозировать какие-либо из этих изменений? Будете ли вы готовы реагировать на них? Готовы ли вы поделиться своими соображениями о таких изменениях с метрологическим сообществом?

ВОПРОС 5

Как, по вашему мнению, метрологическая прослеживаемость в вашей области метрологии будет выглядеть к 2050 году и в дальнейшем?

Метрологическая прослеживаемость определяется как "свойство результата измерения, в соответствии с которым результат может быть соотнесен с основой для сравнения через документированную непрерывную цепь калибровок, каждая из которых вносит вклад в неопределенность измерений". Это важный принцип, лежащий в основе метрологии с первых дней ее существования, который позволяет связать любые измерения с международными эталонами и обратиться к определению единиц измерения. Тем не менее, за прошедшие годы метрологическая прослеживаемость претерпела некоторые изменения. Это может быть связано с техническим прогрессом во многих сферах. Например, в 1983 году было принято новое определение метра, основанное на скорости света, что позволило напрямую привязать измерения длины к длине волны излучения лазеров определенных типов. Более поздним примером является переопределение килограмма на основе постоянной Планка в 2019 году. Это может изменить цепочку прослеживаемости при измерениях массы, где с помощью Киббл-весов станет возможной локальное воспроизведение единицы массы без необходимости прослеживания к физическому артефакту или к Международному прототипу килограмма.

Можете ли вы спрогнозировать какие-либо аналогичные изменения в цепочке прослеживаемости в вашей области метрологии? Эти изменения могут затронуть любые звенья цепочки прослеживаемости, начиная с самой единицы СИ, первичных эталонов и заканчивая средствами измерений и испытаний. Как, по вашему мнению, будет выглядеть метрологическая прослеживаемость в вашей области метрологии в 2050 г. и позднее? Укажите, пожалуйста, ваши ожидания в отношении "метрологической прослеживаемости" в вашей области метрологии.

ВОПРОС 1

Какой комплекс мер необходим для того, чтобы практика измерений не отставала от быстрого темпа технологических изменений и инноваций?

Метрология - это наука об измерениях. Она является основой многих отраслей экономики, в том числе промышленности, здравоохранения и научных исследований. Метрологические практики - это методы и процедуры, используемые для обеспечения точности и надежности измерений.

В современном быстро меняющемся мире для метрологии как никогда важно идти в ногу с новейшими технологиями и тенденциями. Это связано с тем, что постоянно появляются технические решения, требующие применения новых методов и методик измерений. Кроме того, требования к метрологии постоянно растут, поскольку организациям необходимо иметь возможность проводить измерения более точно и надежно, чем это делалось когда-либо прежде.

Какие области метрологии, по вашему мнению, нуждаются в изменениях?

ВОПРОС 2

Можем ли мы (NMIs/DIs) сделать что-то еще для повышения роли метрологии в инновациях и прогрессивном развитии в 2050 году и после него?

В выводах документа *The Case of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM), Практика Международного бюро мер и весов (МБМВ)*, опубликованном Организацией экономического сотрудничества и развития (OECD), технический прогресс и научные исследования обобщены по следующим темам:

- Новые измерительные решения для практического применения
- Метрология на передовых рубежах
- Нетрадиционная метрология

В последней теме отмечается, что метрология часто может оставаться вне поля зрения исследователей и научного сообщества за пределами НМИ^[1]. Для такой ситуации существует много потенциальных причин, будь то недостаток знаний о метрологии, отсутствие доступа к соответствующим службам, которые могли бы обеспечить точность и прослеживаемость измерений в своих экспериментах, или другие причины, которые не рассматривались. Этот насущный вопрос предлагает нам подумать о том, что могут сделать НМИ, чтобы оставаться на современном уровне и поддерживать исследования, проводимые за пределами НМИ. Для решения этого вопроса будет полезно понять, какой подход применяется в каждом из государств-участников в рамках научного сообщества их страны; в сотрудничестве с университетами, частными и государственными исследовательскими организациями, технологическими инкубаторами или стартапами, ведущими промышленными предприятиями и т.д.; а также действия, предпринимаемые для удовлетворения их запросов. Кроме того, мы должны рассмотреть, что можно было бы еще доработать и как метрология может привести инновации и оказать большее влияние на это сообщество за пределами НМИ.

Ссылка

^[1] Цай Дж., Cai, J. *The Case of the International Bureau of Weights and Measures (BIPM)*. OECD, 2020.

ВОПРОС 3

Необходимы ли изменения в формах международного сотрудничества для продвижения метрологии и обеспечения согласованности в различных отраслях и сферах применения в после 2050 года? (Это могло бы касаться как официальных структур сотрудничества, CIPM MRA, CCs, RMO TC/WGs, а также других международных связей, например, в области исследований, наращивания потенциала, мобильности и инфраструктуры).

Цель данного вопроса - определить, существует ли необходимость изменения направлений международного сотрудничества между метрологическими организациями для содействия продвижению метрологии и поддержанию согласованности между отдельными промышленными отраслями и прикладными программами к 2050 году и в дальнейшем?

В настоящее время международное сотрудничество в области метрологии осуществляется через Международное бюро мер и весов (МБМВ), Международный комитет мер и весов (МКМВ), Консультативные комитеты (КК), региональные метрологические организации (РМО) и национальные метрологические институты (НМИ). Совместные работы направлены на создание и поддержание в рабочем состоянии эталонов, гармонизацию степеней их эквивалентности и обеспечение прослеживаемости во всем мире.

Существует множество других форм сотрудничества в области метрологии, таких как IMEKO, NCSLI, Программы исследований EURAMET и другие.

Принимая во внимание стремительный технический прогресс, глобализацию отраслей промышленности, междисциплинарный характер метрологии, подходы, основанные на использовании данных, и меняющиеся общественные потребности, не могли бы вы поделиться своими соображениями относительно необходимости изменения формы международного сотрудничества?

ВОПРОС 4

Как, по вашему мнению, будет меняться роль метрологии в различных отраслях экономики (например, в здравоохранении, производстве, энергетике, IT, авиации и т.д.) к 2050 году и в дальнейшем? (Будет ли она в чем-то отличаться от современной?)

Роль метрологии меняется с развитием технологий, что приводит к необходимости расширения сферы ее применения для решения новых задач. Эти задачи возникают практически во всех отраслях экономики, таких как здравоохранение, производство, энергетика, IT, авиация и др.

По мере развития промышленности, услуги, предлагаемые метрологией, постоянно совершенствуются. Спектр этих услуг, предлагаемых различными метрологическими центрами, постоянно расширяется и, как ожидается, будет расти и после 2050 года. Какие изменения в области метрологии, по вашему мнению, произойдут в будущем?

Как в перспективе метрологические услуги будут связаны с уже предоставляемыми услугами, и как усовершенствовать существующие услуги для более плавного и эффективного перехода?

Основная задача молодых метрологов - поддерживать промышленность, обеспечивая максимальную точность измерений. Как метрология будет поддерживать различные отрасли промышленности в ближайшие годы и после 2050 года?

Метрология - это наука, которая совершенствуется со временем. Как вы полагаете или представляете, будут меняться ее функции к 2050 году и далее?

Каковы будут возможные тенденции развития метрологии после 2050 года?

ВОПРОС 5

Какие факторы, не получившие широкого распространения, могут повлиять на запросы, способы предоставления услуг, на науку и технологии, а также на международное сотрудничество и сети в области метрологии?

В начале 2020 года мир столкнулся с пандемией, которая напрямую повлияла на взаимоотношения работодателей и сотрудников. Многие работы и виды профессиональной деятельности кардинально изменились. Возникла и до конца не решена потребность в новых компетенциях для реализации этих изменений. Наряду с этим в настоящее время осуществляется цифровая трансформация.

Можете ли вы, молодые метрологи, предположить, какие новые вызовы окажут влияние на то, как должны измениться основные запросы и направления деятельности в области метрологии? Останутся ли метрологические услуги такими же к 2050 году, или их можно будет усовершенствовать в будущем? Как наука и техника повлияют на международное сотрудничество, формирование сетей и взаимоотношения между партнерами? Нужно ли пересматривать навыки межличностного общения или основную инфраструктуру? Исходя из нынешнего уровня развития, имеются ли какие-либо нераскрытые, но важные потребности, которые окажут существенное или огромное влияние?

Можно ли назвать какие-либо факторы и как они повлияют на будущее метрологического сообщества?