

ИНДУСТРИЯ 4.0 В СОВРЕМЕННОМ НАПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИИ

Матякубова П.М.¹, Кулуев Р.Р.²

¹Матякубова Парахат Майлиевна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой;

²Кулуев Руслан Раисович – докторант PhD,
кафедра метрологии, стандартизации и сертификации,
Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в статье анализируется, что история знает множество революций на протяжении всего существования человечества. В настоящее время во всем мире происходят изменения, касающиеся разных сфер общественной жизни, инициируемые высокотехнологичным совершенствованием производственных технологий. Это приведет мир к Четвертой промышленной революции, и, согласно многим экспертам, она уже началась. Четвертая промышленная революция, или же «Индустрия 4.0», — это прогнозируемые изменения во всех сферах общественной жизни, обусловленные современной тенденцией к автоматизации и обмену информацией в производственных технологиях. Сегодня мы находимся в состоянии применения киберфизических систем, четвертой технической революции, которая называется Индустрия 4.0. Индустрия 4.0 – это концепция, которая поддерживается, в первую очередь, правительством Германии. Но, в принципе, подобные вещи сегодня работают и в США, и в Китае. Пришло понимание, что мы должны изменить модель производства, отказаться от жестких, конкретных схем решений, перейти к настраиваемым гиперпроизводствам, которые смогут работать точнее, быстрее, качественнее и с большим экономическим эффектом.

Ключевые слова: метрология, индустрия 4.0, системы, измерения, промышленная революция.

Будущее метрологии невозможно представить без интеллектуальных и сетевых технологий, поскольку она будет играть одну из важнейших ролей в управлении производством на умных заводах будущего.

Метрология как наука, которая занимается вопросами измерений и их применением, содействует внедрению современных технологических процессов, разработке новых видов продукции и повышению конкурентоспособности промышленности в целом.

Остановимся на отдельных аспектах метрологии, поскольку именно они непосредственно оказывают существенное влияние на развитие науки, промышленности, и, в частности, на приборостроение и машиностроение.

Если говорить об основных изменениях в метрологии, то в ближайший год нас ожидает следующее. В первую очередь, это пересмотр Международной системы единиц (SI), который потребует нового подхода к пониманию этих величин, их передаче, обеспечению потребностей промышленности.

Второй аспект – это совершенствование информационных технологий, которые определенным образом сказываются на промышленных технологиях, развитие современных сенсорных технологий, т. е. новых датчиков, которые будут использоваться в рамках концепции Индустрия 4.0, переход к которой видоизменяет сферу оказания метрологических услуг.

История знает множество революций на протяжении всего существования человечества. В настоящее время во всем мире происходят изменения, касающиеся разных сфер общественной жизни, инициируемые высокотехнологичным совершенствованием производственных технологий. Это приведет мир к Четвертой промышленной революции, и, согласно многим экспертам, она уже началась. Четвертая промышленная революция, или же «Индустрия 4.0» — это прогнозируемые изменения во всех сферах общественной жизни, обусловленные современной тенденцией к автоматизации и обмену информацией в производственных технологиях. Данный термин ввел президент Всемирного Экономического Форума — Клаус Шваб. В соответствии с его видением, это концепция, согласно которой мы стоим на пороге новой эпохи, где виртуальный мир объединен с физическим с помощью технологий. Это четвертая глобальная индустриальная эра, наступающая со времен первой индустриальной революции восемнадцатого века. Ожидается, что данные преобразования будут подкреплены такими технологиями, как киберфизические системы, интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника, облачные технологии, 3D-печать, и квантовые вычисления.

Из множества разнообразных и увлекательных задач, стоящих перед современным обществом, наиболее важной и впечатляющей является осознание и формирование новой технологической революции, которая предусматривает как минимум преобразование человечества. Мир стоим у истоков революции, которая фундаментально изменит нашу жизнь, наш труд и наше общение. По масштабу, объему и сложности - это явление, которое можно считать четвертой промышленной революцией, не имеет аналогов во всем предыдущем опыте человечества.

Слово «революция» означает резкое и радикальное изменение. Революции происходили в ходе исторического развития человечества, когда новые технологии и новые способы восприятия мира вызвали фундаментальные изменения экономических систем и социальных структур. Поскольку здесь в качестве системы координат используется история, внезапность таких изменений может формироваться в течение многих лет.

Первый кардинальный сдвиг в образе жизни человека – переход от собирательства к земледелию – произошел десять тысяч лет назад благодаря одомашниванию животных.

Аграрная революция была построена на соединении силы животных и людей в целях обеспечения производства, транспортировки и коммуникации. Постепенно эффективность производства продуктов питания повышалась, стимулируя рост населения и обеспечивая жизнеспособность крупных поселений. Это со временем привело к урбанизации и расцвету городов.

После аграрной революции последовал ряд промышленных революций, начавшихся во второй половине XVIII века. Они стали вехами на пути от использования мышечной силы к механической энергии, который привел к сегодняшнему историческому моменту, когда в процессе четвертой промышленной революции производство развивается за счет познавательной деятельности человека.

Первая промышленная революция длилась с 1760-х по 1840-е годы. Ее пусковым механизмом стало строительство железных дорог и изобретение парового двигателя, что способствовало развитию механического производства. Вторая промышленная революция, начавшаяся в конце XIX и продлившаяся до начала XX века, обусловила возникновение массового производства благодаря распространению электричества и внедрению конвейера. Третья промышленная революция началась в 1960-х годах. Обычно ее называют компьютерной или цифровой революцией, так как ее катализатором стало развитие полупроводников, использование в шестидесятых годах прошлого века больших ЭВМ, в семидесятых и восьмидесятых – персональных компьютеров и сети Интернет в девяностых.

Принимая во внимание различные определения и научные доводы, используемые для описания первых трех промышленных революций, можно сказать, что сегодня мы стоим у истоков четвертой промышленной революции. Она началась на рубеже нового тысячелетия и опирается на цифровую революцию. Ее основные черты – это «вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), искусственный интеллект и обучающиеся машины.

В ближайшие годы предстоит создание эталонов единиц, которые будут опираться на фундаментальные физические константы. Мы должны будем постепенно, но достаточно быстро, отойти от артефактов, которые используем (килограмм), и перейти к созданию эталонов, связанных исключительно с фундаментальными физическими эффектами. Далее это развитие уже фундаментальной метрологии на уровне одиночных фотонов, одиночных атомов и одиночных молекул, поскольку этого требуют новые существующие технологии. Определенные работы в этом направлении уже ведутся, например, в области расходомерии, с целью создания расходомеров, позволяющих очень точно определять расход жидкостей и газов на основании одиночных молекул. То есть фактически происходит снижение уровня неопределенности и повышение более точных результатов измерений, которые не меняются.

Если говорить о переопределении единиц системы SI, то первоначально к этому процессу подтолкнуло наблюдение за артефактом – платино-иридиевым килограммом, поскольку обнаружили, что за последние 150 лет его масса изменилась примерно на 50 мг. Этот артефакт находится в Севре близ Парижа в Международном бюро мер и весов. Может быть с точки зрения промышленной метрологии вчерашнего дня это не выглядит существенным, но сегодня мы имеем дело с нанометрологией, с наноизмерениями и в этом аспекте – это чувствительное влияние на результаты измерений. Мы должны перейти к более точному установлению единиц величин, которые будут воспроизводиться независимо в различных лабораториях.

В данной ситуации новыми ключевыми позициями в этой системе является то, что фиксируются фундаментальные физические константы. Будут уточнены определения килограмма, ампера, кельвина и моля, потому что ампер, кельвин и моль взаимосвязаны с новым определением килограмма.

Очень важен аспект прослеживаемости. У нас существует классический механизм прослеживаемости от Международного бюро мер и весов через национальные метрологические институты до промышленных лабораторий. В будущем можно создавать средства измерений очень высокого уровня точности, которые могут массово применяться в промышленности и самокалиброваться. Это позволит существенно повысить точность измерений, приблизить их к национальным метрологическим институтам и в некоторой степени исключить промежуточные звенья в процессе передачи единиц величин от Международного бюро мер и весов к потребителю.

Если говорить о новом взгляде на систему SI, то она будет опираться на постоянную Планка, Больцмана, Авогадро, на частоту перехода, которая связана со сверхтонким расщеплением основного атома цезия-133 на элементарный заряд электрона и спектральную силу светового потока. Из этого

следует, что теперь уже килограмм не будет тем килограммом, к которому мы с вами привыкли. Он будет опираться на значение постоянной Планка, которое сейчас должны будут зафиксировать. Ампер будет определяться на основании численного значения элементарного заряда, потому что традиционное определение ампера, к которому привыкли, в принципе, технически не реализуемо. Кельвин, оставаясь единицей температуры, будет опираться исключительно на постоянную Больцмана. Сегодня есть несколько инновационных вариантов термометров, один из них – «шумовой термометр». Моль будет определяться фиксированным значением числа Авогадро.

В новой системе единиц величин SI семь базовых величин: ампер, кельвин, секунда, метр, килограмм, кандела и моль. Они уже непосредственно взаимосвязаны с фундаментальными физическими константами и практически неопределенность этих фундаментальных констант является той технической возможностью, которая может быть достигнута при формировании единиц величин.

После завершения реформы Международной системы единиц SI планируется будет дан старт развитию новой метрической системы единиц. Это грандиозный этап в развитии метрологии и этого события с нетерпением ждёт все метрологическое сообщество. Столь высокий уровень точности позволит решать многие проблемные задачи в области метрологии, которые сегодня находятся в стадии решения. Это связано с развитием нанобиоэлектроники, наноразмерных величин, спектронки и наноматематики, терагерцовой метрологии и трехмерной нанометрологии.

Сегодня мы находимся в состоянии применения киберфизических систем, четвертой технической революции, которая называется Индустрия 4.0. Индустрия 4.0 – это концепция, которая поддерживается в первую очередь правительством Германии. Но, в принципе, подобные вещи сегодня работают и в США, и в Китае. Пришло понимание, что мы должны изменить модель производства, отказаться от жестких, конкретных схем решений, перейти к настраиваемым гиперпроизводствам, которые смогут работать точнее, быстрее, качественнее и с большим экономическим эффектом.

В этой ситуации перед метрологией стоит ряд задач, которые будут по оценкам экспертов определяться восемью основными факторами. Доминирующую роль будет играть промышленный интернет, позволяющий функционировать всем звеньям в реальном масштабе времени. Для метрологии реализуется сложнейшая техническая задача проведения огромного количества измерений в реальном времени для принятия решений на основании этих измерений о состоянии процесса производства, об изменении и уточнении параметров с учетом всех воздействующих факторов, а также качества продукции. При этом потребуется синхронизация всех производственных звеньев, потому что речь будет идти не только о вертикальной, но и о горизонтальной интеграции, причем об интеграции автоматической – это тема управления и моделирования сложных производственных процессов.

В мире получает развитие дистанционная телеметрия, совместная обработка данных, новые сенсорные технологии, моделирование процессов, использование численных алгоритмов, которые позволяют проводить измерения непосредственно в нужное время и в нужном месте. В этой ситуации мы должны понимать, каковы будут основные направления развития промышленной метрологии. С одной стороны – это точность, надежность, гибкость и комплексность. Но за этим стоит очень серьезная работа, связанная с цифровой интеграцией измерительных систем, где используются наноразмерные и сенсорные технологии.

Если говорить о каждом из этих аспектов коротко – это работа в режиме онлайн, получение очень большого количества результатов измерений, их оцифровка и принятие решений на основании этих результатов. И, естественно, мы должны говорить о понижении уровня неопределенности, повышении точности измерений и принятии решений о том, каков уровень неопределенности допустим при управлении теми или иными аспектами технологического процесса. Нужно принимать решения с учетом неопределенности измерений, причем допуски должны снижаться на уровне неопределенности измерений.

Если мы говорим о метрологии для Индустрии 4.0, то мы должны говорить об интеллектуальной метрологии, смарт-метрологии, которая должна оперировать большими базами данных и работать с алгоритмами нейронных сетей.

За время, прошедшее с момента возникновения термина Индустрия 4.0, большое количество ученых заинтересовалось этой концепцией, которые углубились в изучение аспектов новой промышленности. Также он привлек пристальное внимание ученых со всего мира.

Список литературы

1. A Survey of Cyber-Physical Systems // Researchgate.net. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/228934884_A_Survey_of_Cyber_Physical_Systems/ (дата обращения: 20.03.2018).
2. Шваб К. Четвертая промышленная революция. / Клаус Шваб // Эксмо—Top Business Awards, 2016. 208 с.

3. INDUSTRIE 4.0 — умное производство будущего (Государственная Hi Tech Стратегия 2020, Германия) // JSON.TV. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://json.tv/tech_trend_find/industrie-40-umное-proizvodstvo-budushego-gosudarstvennaya-hi-tech-strategiya-2020-germaniya-20160227025801/ (дата обращения: 20.03.2018).
4. «Наука. Технологии. Инновации». /// Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.hse.ru/data/2017/10/31/1158648883/НПО %202017.pdf/](https://www.hse.ru/data/2017/10/31/1158648883/НПО%202017.pdf/) (дата обращения: 21.03.2018).