

МРНТИ 90.01
УДК 00691
DOI 10.64513 Smart/2025.2.15

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Мергенова Ж. М.

ВКФ РГП «КазСтандарт», Казахстан, Усть-Каменогорск, Казахстан

Аннотация

В статье рассматриваются два различных философских подхода к понятию измерения, представленных в «Руководстве по выражению неопределенности измерений»: реалистический и инструменталистский. Подчеркивается, что отсутствие чёткого разграничения между этими подходами приводит к методологическим противоречиям в понимании истинного значения, погрешности и неопределенности. Авторы акцентируют внимание на необходимости философской ясности при интерпретации результатов измерений и демонстрируют значимость инструменталистского подхода в современной метрологической практике, особенно в контексте международных стандартов по аккредитации и обеспечению качества измерений.

Ключевые слова: неопределенность, погрешность, современная метрология, интерпретация результатов измерений.

Введение

Погрешность измерений, как это изложено в Руководстве по выражению неопределенности измерений (на английском языке Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), представляет собой центральную концепцию современной метрологии [1]. Этот документ, разработанный Совместным комитетом по руководствам в области метрологии (Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM), признан международным научным и техническим сообществом за свою методологическую строгость и служит нормативной основой для оценки неопределенности измерений в различных областях науки, промышленности и техники [2].

Особенностью Руководства является его детальное рассмотрение понятий истинного значения, погрешности измерений и их взаимосвязи с неопределенностью. Однако, несмотря на строгость изложенной методологии, положения Руководства, касающиеся интерпретации понятий истинного значения и ошибки, остаются предметом научных дискуссий. Как указывается в исследованиях таких авторов, как Уиллинк (Willink, 2013) [3], а

также Мари и Джордани (Mari и Giordani, 2008) [4], трактовки этих понятий зачастую неоднозначны, что приводит к концептуальным противоречиям и затрудняет практическое применение положений Руководства.

Корень указанных трудностей заключается в отсутствии четкого разграничения между двумя философскими подходами к измерениям:

Реалистический подход рассматривает измерение как деятельность, направленную на приближение к объективному, но напрямую недоступному, истинному значению физической величины. В рамках этой концепции неопределенность трактуется как количественное выражение степени разброса возможных приближенных оценок истинного значения. Исходной посылкой реалистического подхода является убеждение в существовании объективной реальности, независимой от наблюдателя. Следовательно, задача измерения заключается в максимально точной оценке этой реальности.

Инструменталистский подход, напротив, не стремится к выявлению «истины» как таковой, а сосредоточен на операциональном присвоении числового значения измеряемой величине на основе имеющихся данных, принятых процедур и

допущений. В рамках данной парадигмы неопределенность отражает диапазон значений, которые могут быть обоснованно приписаны измеряемой величине в конкретных условиях эксперимента. Такой подход ориентирован прежде всего на практическую применимость и воспроизводимость результатов, обеспечивая интересубъективную согласованность в измерениях.

Таким образом, различие между реалистическим и инструменталистским подходами имеет не только философский, но и методологический характер, существенно влияя как на выбор методик измерений, так и на способы представления результатов. С точки зрения реалистического подхода, погрешность — это отклонение от гипотетически существующего эталонного значения, а неопределенность — это мера нашего незнания величины данной погрешности. В рамках инструменталистской концепции понятие погрешности как отклонения от некоего «истинного» значения отходит на второй план. Главную роль приобретает оценка доверительного интервала, в пределах которого разумно ожидать нахождения истинного значения, исходя из всех доступных данных.

Практические последствия этих различий особенно наглядны в процессе калибровки средств измерений. Реалистический подход предполагает стремление к максимально точному эталону, соответствующему некоему «абсолютному» значению, тогда как инструменталистский подход допускает использование интервала допустимых значений, определяемого техническими требованиями, нормативной документацией и согласованием с заказчиком.

Согласно международному документу JCGM 100:2008 — Evaluation of measurement data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (в русском переводе — Оценка данных измерений [5]. Руководство по выражению неопределенности измерений), неопределенность рассматривается именно с позиций инструменталистского подхода — как параметр, характеризующий разброс значений, которые могут быть разумно приписаны измеряемой величине на основе всех доступных данных, исходных предположений и принятых статистических моделей.

Более того, в современной лабораторной практике, особенно в контексте аккредитации по международным стандартам ISO/IEC 17025

(Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий) и ISO 17034 (Общие требования к компетентности производителей эталонных материалов), инструменталистская концепция считается предпочтительной. Это связано с её способностью обеспечивать прозрачность, воспроизводимость и метрологическую прослеживаемость результатов измерений, даже в случаях, когда доступ к «истинным» значениям затруднен или невозможен.

Руководство по выражению неопределенности измерений, впервые опубликованное в 1993 году Совместным комитетом по руководствам в области метрологии, стало результатом стремления к созданию унифицированного и общепринятого подхода к оценке неопределенности в измерениях. С момента своего выхода данный документ получил широкое международное признание и фактически стал глобальным стандартом в области научной метрологии (Willink, 2013; Cox и Harris, 2004) [6].

Одной из ключевых задач, решаемых в Руководстве, является установление единых правил учёта как систематических, так и случайных составляющих погрешности посредством единой интегральной характеристики — совокупной неопределенности. До принятия данного документа систематические и случайные погрешности, как правило, оценивались отдельно либо объединялись по различным правилам, зависящим от внутренней практики конкретных лабораторий. Руководство предложило концептуально важную идею: неопределенности, вызванные систематическими эффектами, и неопределенности, обусловленные случайными эффектами, имеют общую природу и подлежат одинаковому статистическому анализу [7]. Эта концепция была впоследствии принята большинством метрологических школ и получила широкое применение на практике.

Вместе с тем Руководство затрагивает один из наиболее сложных и философски спорных вопросов метрологии — проблему недостижимости истинного значения измеряемой величины. В тексте документа истинное значение определяется как идеальная цель, достижимая при выполнении «совершенного» измерения. Однако подчеркивается, что никакое реальное измерение не может быть совершенным, а следовательно, истинное значение в принципе недостижимо и непознаваемо. Это приводит к фундаментальной концептуальной проблеме: если истинное значение недостижимо, то и такие понятия, как точность и погрешность, становятся не поддающимися

объективному подтверждению. Такой вывод ставит под сомнение возможность прямой оценки качества измерений и влечет за собой необходимость пересмотра традиционных подходов. Именно этот аргумент стал одним из ключевых оснований перехода от реалистической к инструменталистской трактовке измерений в современной метрологии. В стремлении устранить методологические противоречия, связанные с определением и использованием понятий «истинного значения» и «погрешности», Руководство по выражению неопределенности измерений (официальное название на английском языке — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, опубликованное Совместным комитетом по руководствам в области метрологии) провозглашает переход к операциональному подходу, согласно которому основное внимание уделяется наблюдаемым результатам измерений, а не теоретически постулируемым, но недостижимым истинным значениям.

В частности, в тексте Руководства утверждается, что основной объект анализа — это результат измерения и его оценённая неопределённость, тогда как понятия «истинное значение» и «погрешность» сознательно не рассматриваются как обязательные для применения категории. Подчёркивается, что выражение «значение измеряемой величины» считается эквивалентным понятию «истинное значение измеряемой величины», что делает использование последнего термина избыточным. В связи с этим делается вывод, что в пределах данного подхода упоминание о «погрешности» становится излишним.

Такая позиция вызвала оживлённую дискуссию в научной литературе. Часть исследователей интерпретирует положения [8] Руководства как полный отказ от понятий «истинного значения» и «погрешности» как таковых. Другие считают, что речь идёт исключительно об отказе от использования этих терминов, а не от самих понятий, которые продолжают играть важную роль в контексте метрологического анализа. На этом основании высказывается мнение, что устранение этих терминов приводит к ненужной путанице и не приносит реальных преимуществ, особенно в образовательной и практической деятельности в области метрологии [9]. Кроме того, в ряде современных публикаций высокого уровня снова появляются термины «истинное значение» и

«погрешность» в сочетании с неопределенностью измерений, что подтверждает их концептуальную значимость в научной практике [10].

Дискуссия о правомерности или некорректности использования этих понятий указывает на необходимость прояснения философских оснований подхода к измерениям. Как подчёркивается в работах современных исследователей, различие между реалистическим и инструменталистским подходами к измерению приводит к принципиально разным трактовкам понятий «истинного значения», «погрешности» и «неопределенности» [11]. Реалистический подход утверждает, что измерение должно стремиться к раскрытию объективных характеристик действительности, в то время как инструменталистский подход ориентирован на получение практически применимой информации, пригодной для принятия решений и обеспечения качества.

К сожалению, несмотря на признание существования таких философских различий, ни Руководство по выражению неопределенности измерений, ни другие официальные документы, такие как Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и связанные с ними термины (третье издание), не содержат подробного объяснения этих подходов. Это приводит к множественным интерпретациям и может быть причиной методологических разночтений [12].

Следовательно, несмотря на заявленную универсальность и философскую нейтральность Руководства, на практике отсутствие ясности в философских основах приводит к разночтениям в понимании методологических принципов, что особенно важно учитывать в процессе подготовки специалистов и разработки нормативных документов в области измерений.

Реалистическая точка зрения на измерения и неопределенность: философские основания и эпистемологические трудности

Согласно реалистическому подходу, лежащему в основе философии научного реализма, научные теории отражают объективную реальность по крайней мере приближённо, а описываемые в них сущности обладают онтологическим статусом [13], то есть реально существуют вне зависимости от человеческого восприятия. Величины, которые измеряются, интерпретируются как естественные свойства объектов окружающего мира, существующие независимо от наблюдателя или контекста эксперимента [14,15].

Исходя из этих установок, реалист считает,

что между физическими величинами существуют объективные количественные отношения, к которым можно приблизиться с помощью измерения. В терминологии Международного словаря по метрологии (третье издание) [16], эти соотношения соотносятся с числовыми значениями истинных значений измеряемых величин. Соответственно, измерение рассматривается как деятельность, направленная на определение истинных значений — пусть и с учётом того, что эти значения недостижимы в точности из-за наличия ошибок и ограничений измерительных процедур.

В рамках этой концепции неопределённость измерения трактуется как показатель степени осведомлённости об истинном значении. Например, если в сертификате калибровки указано, что масса эталонной гири составляет 200,000 06 грамма с расширенной неопределённостью $\pm 0,000 03$ грамма, то реалист интерпретирует это как допуск на интервал, в котором с высокой вероятностью находится истинное значение массы данной гири. При этом реалист признаёт, что точное значение остаётся неизвестным, но тем не менее считает правомерным говорить о приближении к истине.

Кроме того, реалист видит взаимосвязь между неопределённостью измерения и погрешностью, поскольку неопределённость может рассматриваться как потенциальная величина отклонения результата от истины. Таким образом, неопределённость становится индикатором точности знания, а не просто статистической характеристикой.

Реалистический подход представляет собой традиционное и интуитивно понятное представление об измерениях. Однако с ним связаны серьёзные эпистемологические трудности. Главная из них заключается в том, что если истинное значение рассматривается как высшая цель измерения, то для утверждения точности результата требуется знание этого самого истинного значения, которое в принципе недоступно [17]. Следовательно, точность измерений в строгом смысле становится не поддающейся верификации.

Иногда утверждается, что точность можно подтвердить с помощью дополнительных данных или научных теорий. Однако это приводит к методологической бесконечности: одни данные обосновываются другими, те — третьими, и так далее, что в конечном итоге либо замыкается в

логический круг, либо приводит к необоснованным исходным допущениям. Такая ситуация ставит под вопрос эпистемологическую состоятельность реалистического подхода и требует рассмотрения альтернативных трактовок измерения.

Инструменталистская концепция измерения: прагматическая философия и операциональное содержание величин

Инструменталистский подход рассматривает измерение как деятельность, направленную не на выявление «объективной истины», а на получение информации, полезной для достижения практических целей. Согласно этой точке зрения, научные теории не обязательно описывают природу такой, какова она есть на самом деле, а являются средствами построения удобных и эффективных моделей, пригодных для описания наблюдаемого поведения объектов [18].

В данной парадигме величины, используемые в научных теориях, трактуются не как присущие природе свойства, а как понятийные инструменты. Эти концепции не обязаны иметь точные аналоги в реальности — важно лишь, чтобы они были функциональны и интересубъективно согласованы [19]. Так, например, понятие «радиус Земли» остаётся полезным и применимым, несмотря на то, что Земля имеет форму геоида, а не идеальной сферы или эллипсоида. Инструменталист не стремится определить, существует ли «радиус» как физическое свойство, — достаточно, что он помогает описывать планету в нужных рамках.

Основополагающим принципом инструментализма является так называемый операционализм, предложенный П. Бриджменом. Согласно этой точке зрения [20], понятие измеряемой величины определяется через набор операций, с помощью которых производится её измерение. Например, длина объекта — это не «нечто существующее в природе», а результат действия по прикладыванию линейки или другого измерительного устройства. Концепция приобретает значение лишь в контексте процедуры её реализации. Именно поэтому величины получают значение только через измерительные операции, признанные в научном и техническом сообществе.

Современные метрологические стандарты отражают эту философию. Так, стандарт ISO 17034:2016 вводит понятие «операционно определяемой измеряемой величины» [21], то есть такой величины, значение которой корректно только в контексте определённой процедуры измерения. Примерами служат: массовая доля сырой клетчатки в пище, активность ферментов, кислотность среды

(рН), влажность зерна, ударная вязкость и др. Такие величины можно сравнивать между собой только в случае использования идентичной методики измерения. Даже те величины, которые традиционно считаются универсальными (например, масса, концентрация, сила), в рамках инструменталистского подхода трактуются как системные концепции, определяемые отношениями с другими величинами. Так, сила в классической механике не существует как абсолютная сущность, а определяется через вторую формулу Ньютона — как произведение массы на ускорение. Эти связи не отражают «фундаментальные законы природы», а являются частью абстрактной структуры, используемой для описания физического мира [22].

Таким образом, в инструменталистской трактовке измерение представляет собой назначение значения в соответствии с установленными правилами и процедурами. Целью измерения становится не приближение к некоторой абсолютной «истине», а получение практически обоснованной и применимой информации, необходимой для принятия решений, контроля качества, стандартизации и других задач [23]. Инструменталист может использовать термин «истинное значение» в разговорной речи или в документации, но понимает его как условный идеал или целевое значение, согласованное экспертным сообществом. Согласно этой точке зрения, «истинное значение» — это результат консенсуса профессионалов, реализованный через эталонные методики. Чем более признана процедура измерения, тем выше качество полученного результата. Именно поэтому стандарты, такие как ISO 5725-1:1994, определяют такие ключевые параметры, как точность и систематическая погрешность, относительно согласованного эталонного значения [24], а не относительно недостижимого «истинного значения», как это делает Международный словарь по метрологии.

Инструменталистская трактовка неопределенности измерений

Современная метрология допускает различные философские подходы к интерпретации неопределенности измерений, среди которых выделяется инструменталистский подход. Согласно этой концепции, измерение рассматривается не как акт открытия некоего «истинного» значения величины, а как процедура присвоения значения определённой физической величине в соответствии с установленными

правилами и методиками. В этой парадигме основное внимание уделяется операционному аспекту измерения и интерпретации его результатов, а не гипотетическому истинному значению.

Согласно инструменталистскому подходу, измеряемая величина (measurand) может иметь множество разумно допустимых значений, каждое из которых может быть получено при повторении процедуры измерения. Простой пример — измерение длины объекта с помощью линейки. Если наблюдаются расхождения при каждом чтении шкалы, это свидетельствует о наличии множества возможных значений, которые могут быть приписаны измеряемой величине. Вместо того чтобы сообщать все эти значения, на практике принято представлять одно итоговое число (обычно среднее значение), характеризующее совокупность результатов. Однако, поскольку одно значение не способно отразить всего диапазона допустимых результатов, необходимо ввести параметр, отражающий степень разброса — неопределённость измерений.

Таким образом, неопределённость с точки зрения инструментализма — это мера доверия к тому, насколько хорошо одно представляемое значение отражает совокупность допустимых значений измеряемой величины. Это не мера ошибки, как может показаться при реалистском подходе, а скорее характеристика разброса или сомнения относительно того, какое значение из множества возможных следовало бы сообщить как результат измерения. Данный подход согласуется с определениями, приведенными в Руководстве по выражению неопределенности измерений (GUM), где утверждается, что: «Принимая операционную точку зрения, согласно которой результат измерения — это просто значение, приписываемое измеряемой величине, а неопределённость этого результата — это мера разброса значений, которые могли бы быть разумно приписаны измеряемой величине, настоящее руководство фактически разрывает часто вводящую в заблуждение связь между неопределённостью и недоступными для познания величинами “истинное значение” и “погрешность”» [25].

Также подчеркивается, что: «Операционный подход настоящего руководства, при котором внимание сосредоточено на наблюдаемом (или оцененном) значении и наблюдаемой (или оцененной) изменчивости этого значения, делает упоминание об ошибке полностью излишним» [25].

Такое понимание неопределённости

находится в прямом противоречии с реалистским подходом, где предполагается существование уникального истинного значения, и задача измерений — максимально приблизиться к нему, минимизируя ошибку. В рамках инструменталистской парадигмы, напротив, отказ от понятия ошибки делает оценку неопределённости более практически применимой, особенно в сложных измерениях, где невозможно установить точное значение измеряемой величины.

Дополнительным подтверждением инструменталистского подхода служит определение, приведенное в Международном словаре метрологии (VIM, 3-е издание) [26], где неопределенность измерения определяется как: «параметр, связанный с результатом измерения, характеризующий разброс значений, которые можно разумно приписать измеряемой величине».

Такое определение фокусируется не на различии между измеренным и истинным значением, а на интервале возможных допустимых значений, которые можно обоснованно связать с результатом.

Таким образом, инструменталистская трактовка неопределенности способствует более прагматичному и операциональному пониманию измерительного процесса, что особенно актуально в контексте международных стандартов, таких как ISO/IEC Guide 98-3 (GUM) [27], и при практическом применении в различных областях науки и техники, где невозможно или нецелесообразно апеллировать к гипотетически «истинным» значениям. Реалистический и инструменталистский подходы к измерениям различаются в своём философском основании: реалист предполагает существование объективного истинного значения, к которому стремится приближаться через измерения, тогда как инструменталист считает, что измерение — это процедура присвоения значения измеряемой величине на основе согласованных и воспроизводимых методов. В первом случае неопределённость воспринимается как мера нашего незнания об истинном значении, а во втором — как параметр, отражающий диапазон допустимых значений, обусловленный методикой измерения. В практической метрологии, особенно в рамках стандартов ISO, включая ISO 17034, применяется инструменталистский подход, поскольку он обеспечивает прослеживаемость, объективную

воспроизводимость и согласованность между лабораториями, даже если истинное значение остаётся недостижимым или вовсе не определено.

Список источников

1. ISO. Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM). — 1993.
2. BIPM. Доклад Рабочей группы BIPM по выражению неопределенности Комитету по мерам и весам (CIPM). — 1980.
3. Уиллинг, Р. Неопределенность измерений и вероятность. — Кембридж: Cambridge University Press, 2013.
4. Мари, Л., Джордани, А. Измерения, неопределенность и онтология: эпистемологический анализ // *Metrologia*. — 2008. — Т. 45, № 6. — С. L11–L20.
5. JCGM 100:2008. Оценка данных измерений — Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM 1995 с незначительными исправлениями).
6. Кокс, М. Г., Форбс, А. Б. Роль неопределенности измерений в оценке соответствия. — Национальная физическая лаборатория, 2006.
7. Каккер, Р., Зоммер, К.-Д., Кессель, Р. Эволюция современных подходов к выражению неопределенности измерений // *Metrologia*. — 2007. — Т. 44. — С. 513–529.
8. Де Бивр, П. Точность против неопределенности // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2006. — Т. 10. — С. 645–646.
9. Александров, Ю. И. Неопределенность измерений: двадцать лет спустя // *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. — 2001. — Т. 370. — С. 690–693.
10. Эрлих, К., Дюбкер, Р., Вёгер, В. Эволюция философии и описания измерений (предварительное обоснование VIM3) // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2007. — Т. 12. — С. 201–218.
11. Мари, Л., Джордани, А. Моделирование измерений: ошибка и неопределенность // В кн.: *Hon G., Boumans M. (ed.) Error and Uncertainty in Scientific Practice*. — Лондон: Pickering & Chatto, 2014.
12. JCGM. Международный словарь по метрологии — Основные и общие понятия и термины (VIM), 3-е изд. — 2012.
13. Чакраварти, А. Научный реализм // В кн.: *Zalta E. N. (ed.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (летнее издание 2017 г.).

14. Таль, Э. Измерение в науке // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (осеннее издание 2020 г.).
15. Шерри, Д. Термоскопы, термометры и основания измерений // *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. — 2011. — Т. 42. — С. 509–524.
16. Мари, Л. Эволюция Международного словаря метрологии (VIM) за 30 лет // *Metrologia*. — 2014. — Т. 52. — С. R1–R10.
17. Чанг, Х. Изобретая температуру: измерения и научный прогресс. — Оксфорд: Oxford University Press, 2004.
18. Андреас, Х. Теоретические термины в науке // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (осеннее издание 2021 г.).
19. Джеймс, У. Прагматизм и другие работы / под ред. Г. Ганна. — Нью-Йорк: Penguin Group, 2000. — Первоначально опубликовано в 1907 г.
20. Карнап, Р. Введение в философию науки / под ред. М. Гарднера. — Нью-Йорк: Dover Publications, 1995. — Первоначально опубликовано в 1966 г.
21. ISO. Общие требования к компетентности производителей эталонных материалов (ISO 17034:2016). — 2016.
22. ISO. Терминологическая работа — Принципы и методы (ISO 704:2009). — 2009.
23. Мари, Л., Карбоне, П., Петри, Д. Основы измерений: прагматический взгляд // *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. — 2012. — Т. 61. — С. 2107–2115.
24. ISO. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений — Часть 1: Общие принципы и определения (ISO 5725–1:1994). — 1994.
25. Таль, Э. Измерение в науке // В кн.: *Zalta E. N. (ред.) Stanford Encyclopedia of Philosophy* (осеннее издание 2020 г.).
26. Мари, Л. Значение понятия «величина» в измерениях // *Measurement*. — 1996. — Т. 17. — С. 127–138.
27. Карнап, Р. Логическая структура мира и псевдопроблемы философии. — Чикаго и Лас-Саль: Open Court, 2003. — Первоначально опубликовано в 1967 г.
2. BIPM (1980). Report of the BIPM Working Group on the Statement of Uncertainties to the Comité international des poids et mesures.
3. Willink, R. *Measurement Uncertainty and Probability*. — Cambridge University Press, 2013.
4. Mari, L., Giordani, A. *Measurement, Uncertainty and Ontology: An Epistemological Analysis* // *Metrologia*. — 2008. — Vol. 45, No. 6. — P. L11–L20.
5. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM 1995 with minor corrections).
6. Cox, M. G., Forbes, A. B. *The role of measurement uncertainty in conformity assessment*. — National Physical Laboratory, 2006.
7. Kacker, R., Sommer, K-D., Kessel, R. Evolution of modern approaches to express uncertainty in measurement // *Metrologia*. — 2007. — Vol. 44. — P. 513–529.
8. De Bièvre, P. Accuracy versus uncertainty // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2006. — Vol. 10. — P. 645–646.
9. Alexandrov, Y. I. Uncertainty of measurement. Twenty years afterwards // *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. — 2001. — Vol. 370. — P. 690–693.
10. Ehrlich, C., Dybkaer, R., Wöger, W. Evolution of philosophy and description of measurement (preliminary rationale for VIM3) // *Accreditation and Quality Assurance*. — 2007. — Vol. 12. — P. 201–218.
11. Mari, L., Giordani, A. Modeling measurement: error and uncertainty // In: Hon, G., Boumans, M. (Eds.), Petersen, A. C. *Error and uncertainty in scientific practice*. — Pickering & Chatto, London, 2014.
12. JCGM (2012). *International vocabulary of metrology—basic and general concepts and associated terms (VIM)*, 3rd edn.
13. Chakravarty, A. Scientific realism // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition).
14. Tal, E. Measurement in Science // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition).
15. Sherry, D. *Thermoscopes, thermometers, and the foundations of measurement* // *Studies in History and Philosophy of Science Part A*. — 2011. — Vol. 42. — P. 509–524.
16. Mari, L. Evolution of 30 years of the International Vocabulary of Metrology (VIM) // *Metrologia*. — 2014. — Vol. 52. — P. R1–R10.

References

1. ISO (1993). Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).

17. Chang, H. *Inventing temperature: measurement and scientific progress*. — Oxford University Press, Oxford, 2004.

18. Andreas, H. Theoretical terms in science // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition).

19. James, W. *Pragmatism and Other Writings*, Gunn, G. (Ed.), Penguin Group, New York, 2000. Originally published in 1907.

20. Carnap, R. *An introduction to the philosophy of science*, Gardner, M. (Ed.), Dover Publications, 1995. Originally published in 1966.

21. ISO (2016). *General requirements for the competence of reference material producers* (ISO 17034:2016).

22. ISO (2009). *Terminology work—principles and methods* (ISO 704:2009).

23. Mari, L., Carbone, P., Petri, D. *Measurement fundamentals: a pragmatic view* // *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. — 2012. — Vol. 61. — P. 2107–2115.

24. ISO (1994). *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 1: General principles and definitions* (ISO 5725–1:1994).

25. Tal, E. *Measurement in Science* // In: Zalta, E. N. (Ed.) *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2020 Edition).

26. Mari, L. *The meaning of “quantity” in measurement* // *Measurement*. — 1996. — Vol. 17. — P. 127–138.

27. Carnap, R. *The logical structure of the world and pseudoproblems in philosophy*, Open Court, Chicago and La Salle, 2003. Originally published in 1967

Мергенова Ж. М.

"ҚазСтандарт" РМК Шығыс Қазақстан филиалы, Өскемен қ., Қазақстан

Өлшеу нәтижелерінің анықталмағандығын бағалаудың негізгі тәсілдеріне салыстырмалы талдау

Андатпа

Бұл мақалада өлшеу ұғымына қатысты Өлшеулер нәтижелерінің анықталмағандығын білдіру жөніндегі нұсқаулықта (GUM) ұсынылған екі түрлі философиялық тәсіл — реалистік және инструменталистік көзқарастар қарастырылады. Бұл тәсілдердің ара-жігін нақты ажыратпау шынайы мән, қате және анықталмағандық түсініктерінде әдіснамалық қайшылықтарға алып келетіні атап өтіледі. Авторлар өлшеу нәтижелерін түсіндіруде философиялық айқындықтың маңыздылығына назар аударады және қазіргі метрология тәжірибесінде, әсіресе өлшемдердің сапасын қамтамасыз ету мен аккредиттеу жөніндегі халықаралық стандарттар аясында, инструменталистік тәсілдің өзектілігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: анықталмағандық, қате, қазіргі метрология, өлшеу нәтижелерін түсіндіру.

Z. M. Mergenova

East Kazakhstan Branch of RSE "KazStandard", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Comparative Analysis of the Main Approaches to the Evaluation of Measurement Uncertainty

Annotation

This article examines two distinct philosophical approaches to the concept of measurement as presented in the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM): the realist and the instrumentalist perspectives. It is emphasized that the lack of clear differentiation between these approaches leads to methodological contradictions in the understanding of true value, error, and uncertainty. The authors highlight the need for philosophical clarity in the interpretation of measurement results and demonstrate the relevance of the instrumentalist approach in contemporary metrological practice, particularly in the context of international standards for accreditation and measurement quality assurance.

Keywords: uncertainty, error, modern metrology, interpretation of measurement results.