БУ ВО «Сургутский государственный университет»

Политехнический институт

Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

РЕФЕРАТ

ПО ТЕМЕ «Метрология. История метрологии. Цель, субъекты, функции, проблемы, объект, предмет метрологии. Виды метрологии (практическая (прикладная), теоретическая (фундаментальная), законодательная). Метрологическое обеспечение. Основные понятия: измерение, объект измерения, результат измерения, погрешность измерения. Нормативная основа метрологии в РФ.»

Выполнил студент:

группы №606-12

Речук Дмитрий Максимович

Проверил:

ст. преподаватель кафедры АиКС,

Гребенюк Елена Владимировна

Сургут 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**ВВЕДЕНИЕ** 4](#_Toc183379372)

[**1. ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ** 5](#_Toc183379373)

[**1.1. Древний период: зарождение метрологии** 5](#_Toc183379374)

[**1.2. Античность: первые научные подходы** 5](#_Toc183379375)

[**1.3. Средневековье: фрагментация и первые законы** 5](#_Toc183379376)

[**1.4. Новое время: создание метрической системы** 5](#_Toc183379377)

[**1.5. Современный этап: цифровая и квантовая метрология** 6](#_Toc183379378)

[**2. ЦЕЛЬ, СУБЪЕКТЫ, ФУНКЦИИ, ПРОБЛЕМЫ, ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ МЕТРОЛОГИИ** 7](#_Toc183379379)

[**2.1. Цели метрологии** 7](#_Toc183379380)

[**2.2. Субъекты метрологии** 7](#_Toc183379381)

[**2.3. Функции метрологии** 7](#_Toc183379382)

[**2.3. Проблемы метрологии** 7](#_Toc183379383)

[**2.3.1. Технические проблемы** 8](#_Toc183379384)

[**2.3.2. Нормативные проблемы** 8](#_Toc183379385)

[**2.3.3. Финансовые проблемы** 8](#_Toc183379386)

[**2.3.4. Организационные проблемы** 8](#_Toc183379387)

[**2.3.5. Примеры проблем в практике** 9](#_Toc183379388)

[**2.4. Объект метрологии** 9](#_Toc183379389)

[**2.5. Предмет метрологии** 9](#_Toc183379390)

[**3. ВИДЫ МЕТРОЛОГИИ** 10](#_Toc183379391)

[**3.1. Теоретическая метрология** 10](#_Toc183379392)

[**3.2. Прикладная метрология** 10](#_Toc183379393)

[**3.3. Законодательная метрология** 10](#_Toc183379394)

[**4. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ** 11](#_Toc183379395)

[**4.1. Цели метрологического обеспечения** 11](#_Toc183379396)

[**4.2. Основные элементы метрологического обеспечения** 11](#_Toc183379397)

[**4.3. Этапы метрологического обеспечения** 11](#_Toc183379398)

[**4.4. Примеры применения метрологического обеспечения** 12](#_Toc183379399)

[**5. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ** 13](#_Toc183379400)

[**5.1. Измерение** 13](#_Toc183379401)

[**5.2. Объект измерения** 13](#_Toc183379402)

[**5.3. Результат измерения** 13](#_Toc183379403)

[**5.4. Погрешность измерения** 13](#_Toc183379404)

[**6. НОРМАТИВНАЯ ОСНОВА МЕТРОЛОГИИ В РФ** 14](#_Toc183379405)

[**6.1. Основные законы и документы** 14](#_Toc183379406)

[**6.2. Органы метрологического контроля** 14](#_Toc183379407)

[**6.3. Процедуры и стандарты** 14](#_Toc183379408)

[**6.4. Международное сотрудничество** 14](#_Toc183379409)

[**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** 15](#_Toc183379410)

[**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ** 16](#_Toc183379411)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Метрология — это наука об измерениях, их единстве и методах достижения требуемой точности. Её значение трудно переоценить, поскольку измерения лежат в основе научных исследований, производства, торговли, здравоохранения и многих других сфер. Без метрологии невозможны точные расчёты, стандартизация продукции и контроль качества.

Современная метрология представляет собой сложную и многоуровневую систему, включающую фундаментальные теоретические исследования, прикладные разработки и законодательное регулирование. Её развитие связано как с техническим прогрессом, так и с необходимостью международной унификации стандартов.

Цель данного реферата — подробно рассмотреть историю метрологии, её цели, субъекты, функции, проблемы, а также основные понятия и нормативную основу, действующую в Российской Федерации.

# **1. ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ**

История метрологии прослеживается от древнейших времён до современных стандартов измерений. Её эволюция отражает развитие общества, науки и техники.

## **1.1. Древний период: зарождение метрологии**

Метрология как наука берёт своё начало в древних обществах, где измерения использовались для земледелия, строительства, торговли и расчётов времени. Примеры первых мер включают:

Древний Египет: применялись локоть (около 52 см) и другие меры длины, основанные на размерах тела. Локоть использовался при строительстве пирамид, что требовало высокой степени унификации.

Вавилон и Шумер: здесь развивались меры веса и объёма, например, для зерновых и металлов. Весовые гирьки изготавливались из драгоценных материалов для обеспечения точности.

В этот период единицы измерений сильно зависели от региона и традиций, что создавало трудности в международной торговле. Однако были и первые попытки стандартизации. Например, в Египте эталоны локтя изготавливались из гранита и проверялись жрецами.

## **1.2. Античность: первые научные подходы**

В античные времена метрология получила развитие благодаря научным и инженерным достижениям.

Древняя Греция: Пифагор и Архимед изучали геометрические свойства объектов, что связано с измерением длин и объёмов.

Древний Рим: были введены стандарты для обеспечения единства мер веса, что облегчало торговлю в обширной империи. Например, римский фунт (libra) использовался как единая мера массы.

## **1.3. Средневековье: фрагментация и первые законы**

В Средние века меры длины, массы и объёма варьировались от одного города к другому. Например:

В Англии использовался ярд, определяемый как расстояние от носа короля Генриха I до кончика его пальцев.

В Руси применялись локоть, сажень, вершок.

Для упрощения торговли возникла потребность в стандартизации. В XIV веке в Англии были введены законодательные меры, определяющие длину ярда и веса фунта.

## **1.4. Новое время: создание метрической системы**

XVII-XVIII века ознаменовались расцветом науки и техники, что потребовало унификации измерений.

Французская революция (1790-е): была предложена метрическая система, основанная на научных принципах. Метр определялся как одна десятимиллионная часть длины меридиана Земли.

Принятие системы СИ: в 1875 году подписана Метрическая конвенция, учреждена Международная палата мер и весов.

## **1.5. Современный этап: цифровая и квантовая метрология**

XX и XXI века принесли цифровые технологии, которые изменили подход к измерениям.

В 1960 году принята Международная система единиц (СИ), включающая 7 базовых единиц.

В 2018 году произошёл пересмотр определений килограмма, ампера, кельвина и моля, основанных на фундаментальных физических константах, таких как постоянная Планка.

# **2. ЦЕЛЬ, СУБЪЕКТЫ, ФУНКЦИИ, ПРОБЛЕМЫ, ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ МЕТРОЛОГИИ**

Метрология — это больше, чем просто наука об измерениях. Её цели и функции определяют развитие технологий и регулирование измерений.

## **2.1. Цели метрологии**

Целью метрологии является обеспечение единства измерений — это состояние, при котором результаты измерений выражены в единых и воспроизводимых значениях. Главные аспекты:

Точность: минимизация погрешностей в научных, производственных и бытовых измерениях.

Сравнимость: возможность сопоставления результатов, полученных в разных местах и разными методами.

Унификация: разработка стандартов, применимых на международном уровне.

Пример: В здравоохранении измерение уровня сахара в крови должно быть точным и стандартизированным, чтобы результаты в разных лабораториях можно было сопоставить.

## **2.2. Субъекты метрологии**

Субъекты метрологии можно условно разделить на три категории:

Государственные организации:

В России это Росстандарт и метрологические институты. Они разрабатывают нормативную базу и контролируют соблюдение законов.

Международные организации:

Международный комитет мер и весов (МКМВ) разрабатывает рекомендации и стандарты.

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) координирует законодательные аспекты.

Частные и научные учреждения:

Научные институты создают новые методы измерений. Частные предприятия внедряют стандарты в производство.

## **2.3. Функции метрологии**

Функции метрологии многогранны:

Научная: изучение основ измерений, разработка новых методов.

Практическая: обеспечение точных измерений в промышленности, строительстве, медицине.

Законодательная: контроль за соблюдением стандартов.

## **2.3. Проблемы метрологии**

Метрология, как любая развивающаяся область науки и техники, сталкивается с рядом проблем, которые можно условно разделить на технические, нормативные, финансовые и организационные. Рассмотрим их детально.

### **2.3.1. Технические проблемы**

Современная наука и промышленность требуют высокой точности измерений, особенно в таких областях, как нанотехнологии, квантовая физика и медицина. Это приводит к ряду технических вызовов:

Устаревание оборудования:

Многие предприятия, особенно в развивающихся странах, используют старые приборы, которые не соответствуют современным требованиям точности.

Разработка новых эталонов:

Традиционные эталоны, такие как физический прототип килограмма, требуют замены на более стабильные и универсальные. Например, переход на определения, основанные на фундаментальных физических константах (постоянной Планка, скорости света), решает эту проблему, но требует высокотехнологичного оборудования.

Измерения в экстремальных условиях:

В высокотемпературных, вакуумных или коррозионных средах точность приборов падает, что усложняет проведение измерений.

### **2.3.2. Нормативные проблемы**

Несоответствие стандартов:

В разных странах до сих пор используются различные системы измерений. Например, США применяют имперскую систему (дюймы, фунты), в то время как большинство стран используют метрическую систему. Это создаёт трудности в международной торговле и науке.

Устаревшие нормы:

Некоторые ГОСТы и международные стандарты требуют пересмотра из-за появления новых технологий и материалов.

### **2.3.3. Финансовые проблемы**

Высокая стоимость метрологического обеспечения:

Разработка, внедрение и поддержание эталонов требует значительных финансовых вложений. Например, создание атомных часов, которые обеспечивают эталон времени, обходится в миллионы долларов.

Недостаток финансирования:

В ряде стран государственная поддержка метрологических исследований ограничена, что тормозит их развитие.

### **2.3.4. Организационные проблемы**

Нехватка квалифицированных специалистов:

Метрология требует высокой квалификации, а обучение специалистов занимает годы. Недостаток подготовленных кадров замедляет развитие отрасли.

Сложности координации:

Совместная работа национальных и международных метрологических институтов иногда сталкивается с бюрократическими и техническими барьерами.

### **2.3.5. Примеры проблем в практике**

Медицина: отклонения в калибровке оборудования, такого как томографы или лабораторные анализаторы, могут привести к неправильной диагностике.

Промышленность: ошибки в измерении размеров деталей приводят к браку продукции и финансовым потерям.

## **2.4. Объект метрологии**

Объектом метрологии являются все измеряемые физические величины, параметры процессов, свойства материалов и другие явления, подлежащие количественной оценке.

Примеры объектов измерения:

Длина, масса, время, температура, электрическое напряжение.

Концентрация химических веществ в анализе (например, уровень сахара в крови).

Параметры движения: скорость, ускорение.

Объектом могут быть также системы или процессы, такие как теплопередача, гидродинамика или электромагнитные волны.

## **2.5. Предмет метрологии**

Предмет метрологии — это методы, средства и законы, которые обеспечивают точность, воспроизводимость и единство измерений.

К предмету метрологии относятся:

Теоретические аспекты: разработка моделей измерения.

Приборы и эталоны: средства, обеспечивающие точность измерений.

Технологии проведения измерений: методы калибровки, поверки и стандартизации.

Пример различия объекта и предмета метрологии

Предположим, мы измеряем температуру воды:

Объект: вода и её температура.

Предмет: термометр, метод измерения (например, с использованием ртутного или цифрового прибора), а также способы анализа погрешности.

# **3. ВИДЫ МЕТРОЛОГИИ**

Метрология делится на три основные категории: теоретическая, прикладная и законодательная. Каждая из них имеет свои задачи и сферу применения.

## **3.1. Теоретическая метрология**

Теоретическая (или фундаментальная) метрология занимается изучением основ измерений и их физической природы.

Цели:

Разработка новых единиц измерения, связанных с фундаментальными константами.

Изучение физических закономерностей, лежащих в основе измерений.

Пример:

Исследование квантовых методов измерения, таких как использование лазеров для определения расстояний с точностью до нанометра.

## **3.2. Прикладная метрология**

Прикладная (или практическая) метрология ориентирована на решение задач в конкретных отраслях.

Сферы применения:

Промышленность: измерение параметров деталей, контроль качества продукции.

Медицина: калибровка медицинского оборудования, таких как рентгеновские аппараты.

Энергетика: измерение электрических параметров в сети.

Пример:

Использование ультразвуковых методов для измерения толщины стенок труб.

## **3.3. Законодательная метрология**

Законодательная метрология связана с установлением нормативных требований к измерениям, их правовым регулированием.

Цели:

Обеспечение единства измерений в рамках государства.

Защита прав потребителей (например, контроль точности весов в магазинах).

Пример:

Введение обязательной проверки приборов на заправочных станциях для предотвращения мошенничества.

Связь между видами метрологии

Теоретическая метрология создаёт научные основы, прикладная адаптирует их для практики, а законодательная обеспечивает их использование на государственном уровне.

# **4. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Метрологическое обеспечение — это совокупность организационных, научных, технических и нормативных мероприятий, направленных на достижение единства и требуемой точности измерений. Оно играет ключевую роль в обеспечении качества продукции, безопасности и эффективности процессов.

## **4.1. Цели метрологического обеспечения**

Обеспечение единства измерений:

Достижение согласованности результатов измерений независимо от места и способа их проведения.

Гарантия точности:

Минимизация погрешностей, чтобы измерения соответствовали установленным стандартам.

Повышение эффективности:

Улучшение процессов производства и контроля за счёт применения точных методов измерений.

## **4.2. Основные элементы метрологического обеспечения**

Нормативная база:

Включает законы, ГОСТы, технические регламенты, которые регламентируют процедуры измерений.

Пример: ГОСТ Р 8.563-2009, который определяет правила поверки средств измерений.

Средства измерений:

Это приборы и установки, используемые для проведения измерений. Примеры: термометры, вольтметры, весы.

Эталоны:

Эталон — это средство измерения, используемое для хранения и воспроизведения единицы измерения с наивысшей точностью.

Пример: национальный эталон килограмма, хранящийся в специализированных лабораториях.

Методы измерений:

Технологии, применяемые для получения точных результатов. Сюда входят методы прямого, косвенного, суммарного и разностного измерения.

Кадровое обеспечение:

Подготовка специалистов в области метрологии для работы с оборудованием и проведения исследований.

## **4.3. Этапы метрологического обеспечения**

Разработка нормативных документов:

Составление стандартов и методик для измерений.

Калибровка и поверка приборов:

Поверка подтверждает соответствие прибора установленным требованиям. Калибровка — это настройка прибора для повышения его точности.

Мониторинг и контроль:

Периодический контроль за выполнением нормативных требований и состоянием приборов.

Аудит метрологической деятельности:

Проверка предприятий на соответствие установленным стандартам.

## **4.4. Примеры применения метрологического обеспечения**

Авиация: точное измерение параметров полёта (скорость, высота, давление) для обеспечения безопасности.

Пищевая промышленность: контроль массы и состава продукции для соответствия требованиям качества.

Энергетика: измерение электроэнергии, газа и воды для расчётов с потребителями.

# **5. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

## **5.1. Измерение**

Измерение — это процесс определения числового значения физической величины с использованием специальных средств.

Пример: измерение температуры воздуха с помощью термометра.

Этапы измерения:

Выбор объекта измерения.

Определение метода измерения.

Проведение измерений.

Анализ результатов.

## **5.2. Объект измерения**

Объект измерения — это физический объект или процесс, который подвергается измерению.

Пример: длина металлического прута, объём воды в резервуаре, масса груза.

## **5.3. Результат измерения**

Результат измерения — это числовое значение физической величины, полученное в ходе измерения. Оно состоит из числа и единицы измерения.

Пример: длина стержня равна 25 см.

## **5.4. Погрешность измерения**

Погрешность измерения — это отклонение результата измерения от истинного значения величины.

Виды погрешностей:

Систематическая: возникает из-за несовершенства прибора или метода измерения (например, отклонение шкалы термометра).

Случайная: вызвана случайными факторами, такими как вибрация или колебания температуры.

# **6. НОРМАТИВНАЯ ОСНОВА МЕТРОЛОГИИ В РФ**

Метрологическая деятельность в России регулируется законодательством и стандартами, которые устанавливают правила и процедуры в области измерений.

## **6.1. Основные законы и документы**

Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" (№ 102-ФЗ):

Этот закон определяет общие принципы метрологического регулирования в России.

Устанавливает требования к средствам измерений.

Регулирует порядок поверки и калибровки приборов.

ГОСТы:

Государственные стандарты содержат методики измерений и требования к приборам.

Примеры:

ГОСТ Р 8.563-2009 — метрологическое обеспечение измерений массы.

ГОСТ Р 8.001-2013 — общие правила поверки средств измерений.

Технические регламенты Таможенного союза (ТР ТС):

Определяют стандарты для товаров, импортируемых и производимых на территории России.

## **6.2. Органы метрологического контроля**

Росстандарт:

Федеральное агентство, занимающееся контролем и регулированием в области метрологии.

Разрабатывает нормативные акты.

Осуществляет надзор за поверкой приборов.

Метрологические институты:

Например, ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, который занимается созданием эталонов и проведением научных исследований.

## **6.3. Процедуры и стандарты**

Поверка приборов:

Поверка обязательна для всех средств измерений, используемых в коммерческой и официальной деятельности.

Сертификация:

Средства измерений должны пройти сертификацию, чтобы подтвердить соответствие установленным требованиям.

## **6.4. Международное сотрудничество**

Россия активно взаимодействует с международными организациями, такими как МОЗМ и Международный комитет мер и весов, что позволяет обеспечивать унификацию измерений на глобальном уровне.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Метрология — ключевая наука, обеспечивающая точность и надёжность измерений, что необходимо для развития науки, техники и производства. Её прогресс способствует стандартизации продукции, улучшению качества жизни и международной кооперации.

В будущем метрология будет играть важную роль в разработке высокотехнологичных решений, включая квантовые технологии, искусственный интеллект и робототехнику.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (в ред. от 11.06.2021 г.).

2. ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. Основные положения. — Введ. 01.01.2011. М.: Стандартинформ, 2009.

3. ГОСТ Р 8.000-2003. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения. — Введ. 01.01.2004. М.: Стандартинформ, 2003.

4. ГОСТ Р 8.001-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие правила поверки средств измерений. — Введ. 01.01.2014. М.: Стандартинформ, 2013.

5. Международный словарь метрологии (VIM) / Международный комитет по метрологии. — 3-е изд. — Женева: ISO/IEC, 2008.

6. Круглов А. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. — М.: Юрайт, 2020. — 342 с.

7. Боровиков В. В. Основы метрологии и метрологического обеспечения: учебное пособие. — СПб.: Политехника, 2019. — 264 с.

8. ВНИИМ им. Д. И. Менделеева. Официальный сайт. URL: https://www.vniim.ru (дата обращения: 23.11.2024).

9. Международное бюро мер и весов (BIPM). Официальный сайт. URL: https://www.bipm.org (дата обращения: 23.11.2024).

10. Панфилов А. В. Теория измерений. Современные подходы и стандарты. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 180 с.