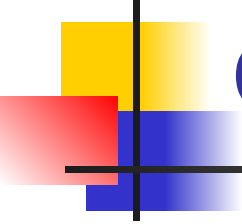


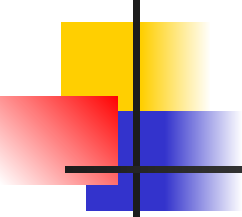
Метрологическое обеспечение производства

Достанко Светлана Владимировна,
начальник лаборатории поверки
средств измерений ОГМетр



Метрологическое обеспечение производства

- **Метрологическое обеспечение производства** – это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности.
- Научной основой МО является **метрология**.
- **Метрология** - это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.
- **Измерение** – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.
- **Единство измерений** – такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью.

- 
-
- Единство измерений необходимо для того, чтобы можно было сопоставить результаты измерений, выполненных в разных местах, в разное время, с использованием разных методов и средств измерений.
 - **Точность измерений** характеризуется близостью их результатов к истинному значению измеряемой величины.
 - **Средство измерений** – техническое средство, предназначенное для измерений, воспроизводящее и (или) хранящее единицу измерения, а также кратные либо дольные значения единицы измерения, имеющее метрологические характеристики, значения которых принимаются неизменными в течение определенного времени



Технические основы метрологического обеспечения

- Система государственных эталонов;
- Система передачи размеров единиц физических величин от эталонов всем средствам измерений;
- Система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений требуемой точности;
- Система обязательных государственных испытаний, метрологической аттестации, обязательной государственной и ведомственной поверки и калибровки средств измерений;
- Система стандартных образцов, состава и свойств веществ и материалов;
- Система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.



Национальные эталоны единиц величин

- **Национальный эталон единицы величины** – эталон единицы величины, утвержденный решением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в качестве национального эталона единицы величины.

Национальные эталоны единиц величин



- **Служат** основой для установления значений эталонов единиц величин
- **Создаются** для воспроизведения единиц измерений и обеспечения прослеживаемости результатов измерений до единиц измерений Международной системы единиц
- **Сличаются** с международными эталонами единиц величин или национальными эталонами единиц величин других государств для подтверждения метрологических характеристик национальных эталонов единиц величин

Национальные эталоны единиц величин



- Национальные эталоны единиц величин, применяемые при поверке, подлежат **поверке**.
- Национальные эталоны единиц величин, применяемые при калибровке, подлежат **калибровке**.



Национальные эталоны РФ

- Единиц: времени - секунды, частоты - герца и шкалы времени
- Единицы массы в диапазоне 1 мг - 1 кг
- Единицы магнитной индукции – тесла в диапазоне (0,05-2,0) Тл
- Единицы температуры - кельвина
- Единиц цвета, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн (0,2 – 2,5) мкм
- Единицы напряжения переменного тока в диапазоне частот 10 Гц — 2 ГГц
- Единицы плоского угла – градуса
- Единиц кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе
- Единицы молярной доли компонентов в газовых смесях
- Единицы силы света и освещенности
- Единицы молярной доли компонентов природного газа в газовых смесях
- Единицы напряжения - вольта
- Единицы длины – метра в области аттестации источников излучений и средств измерений длин волн длиной 0,63 мкм



Национальные эталоны РФ

- Единицы звукового давления в воздушной среде в диапазоне частот 20 Гц — 20 кГц
- Единицы электрической мощности
- Единицы спектральной чувствительности приемников излучения
- Единицы электрической ёмкости
- Единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов
- Единицы энергии сгорания - джоуль
- Единицы магнитной индукции слабого постоянного магнитного поля для диапазона от $1 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ Тл
- Единиц молярной и массовой концентрации компонентов сжиженных углеводородных газов
- Единицы длины - метра в диапазоне (0,1-100) мм
- Единицы давления для области избыточных давлений
- Единицы теплопроводности
- Единицы электрического сопротивления (активного)



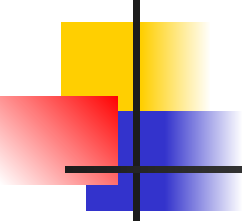
Национальные эталоны РБ

- Национальный эталон единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности
- Единицы силы
- Единиц массового и объемного расхода жидкости (воды)
- Национальный эталон единицы длины в области измерений шероховатости поверхности
- Единиц белизны
- Единицы коэффициента гармоник
- Единицы активности радионуклидов
- Единицы индуктивности
- Единиц средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (ВОСП)
- Единицы длины для измерений параметров зубчатых колес
- Единицы плотности потока энергии электромагнитного поля



Национальные эталоны РБ

- Единицы мощности электромагнитных колебаний
- Единицы магнитной индукции переменного магнитного поля
- Единиц влаги в твердых веществах и материалах
- Единицы объемной активности радона в воздухе
- Единицы светового потока источников непрерывного излучения
- Единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний
- Единицы электрического сопротивления
- Единицы скорости воздушного потока
- Единицы девиации частоты
- Единицы ослабления электромагнитных колебаний
- Единицы длины в области измерений параметров отклонений формы и расположения поверхностей вращения
- Единицы напряженности электрического поля

- 
-
- Организационной основой МО является метрологическая служба Республики Беларусь, которая состоит из государственных и ведомственных метрологических служб.
 - На ОАО «МАЗ» - отдел главного метролога, состоящий из лаборатории поверки средств измерений и лаборатории измерительной техники.
 - Лаборатория поверки средств измерений ОГМетр аккредитована на соответствие СТБ 941.3.



Основные цели метрологического обеспечения

- Повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровнем автоматизации производственных процессов;
- Обеспечение взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов;
- Повышение эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментов и испытаний;
- Обеспечение достоверности учета и повышения эффективности использования материальной ценности и энергетических ресурсов;
- Повышение эффективности мероприятий по профилактике, нормированию и контролю условий окружающей среды, оценке и рациональному использованию природных ресурсов;
- Повышение уровня автоматизации управления транспортом и безопасности его движения;
- Обеспечение высокого уровня качества и надежности связи.



Основные задачи метрологического обеспечения

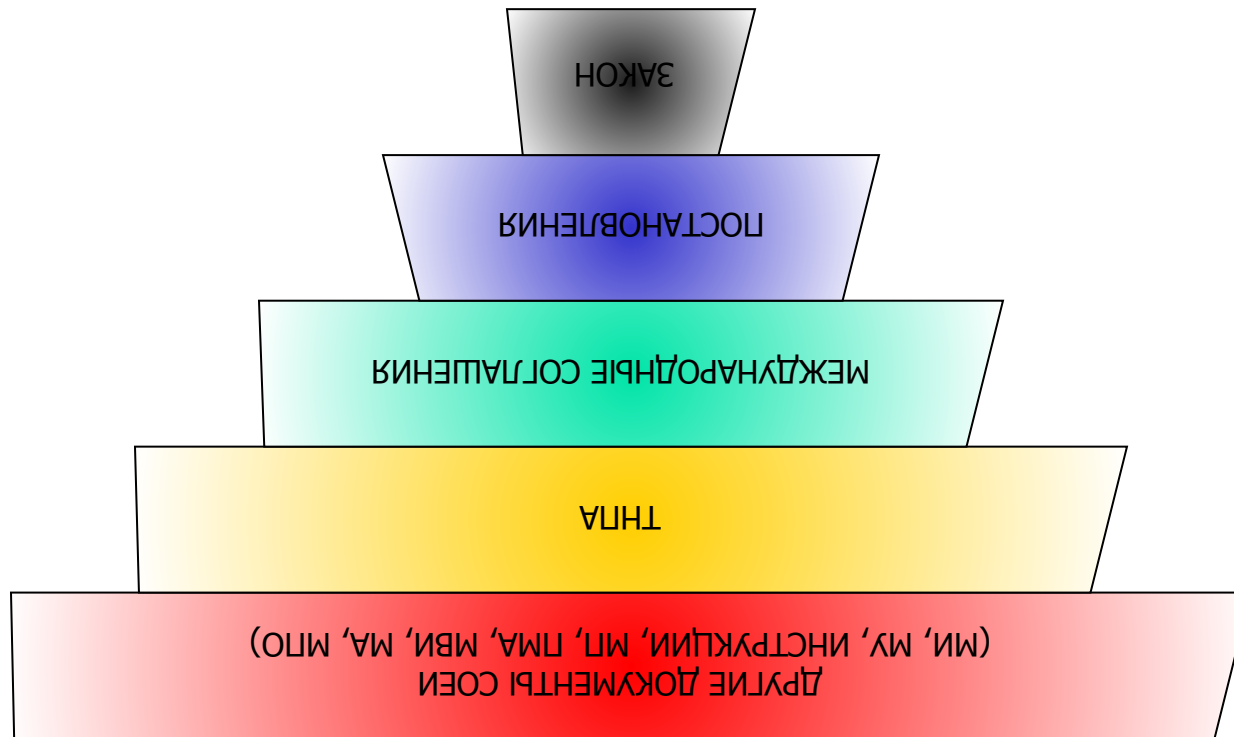
- Проведение анализа состояния измерений на предприятии, на его основе разработка и осуществление мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения;
- Установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности;
- Проведение работ по созданию и внедрению современных методик выполнения измерений, средств измерений, испытаний и контроля, установлению рациональной номенклатуры применяемых на предприятии средств измерений и средств поверки и калибровки;
- Внедрение государственных и отраслевых стандартов, разработка и внедрение стандартов, регламентирующих нормы точности измерений;
- Проведение метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации;
- Поверка, калибровка и метрологическая аттестация применяемых средств измерений;
- Аттестация методик выполнения измерений;
- Контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений и соблюдением метрологических правил, требований и норм.

Система обеспечения единства измерений



- Нормативной основой метрологического обеспечения является система обеспечения единства измерений Республики Беларусь.
- Законодательной основой системы обеспечения единства измерений является **Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений»** от 5 сентября 1995 г. (изм. и доп. **2006**, 2009, 2010, 2014 гг.).

Иерархия законодательных основ системы обеспечения единства измерений





Объекты системы обеспечения единства измерений

- Основные понятия (термины, определения, обозначения), используемые в СОЕИ;
- Единицы измерений и единицы величин;
- Эталоны, включая национальные и исходные эталоны Республики Беларусь;
- Средства измерений, в том числе определение метрологических характеристик и иных требований к средствам измерений;
- Измерения и их результаты;
- Методики выполнения измерений, в том числе разработка методик оценивания погрешности/неопределенности результатов измерений и обеспечения требуемой точности;
- Сфера законодательной метрологии;
- Государственная метрологическая служба;



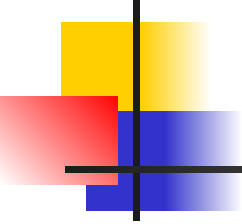
Объекты системы обеспечения единства измерений

- Метрологические службы республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов и метрологические службы юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;
- Межотраслевая комиссия времени, частоты и определения параметров вращения Земли;
- Межотраслевая комиссия стандартных образцов, состава и свойств веществ и материалов;
- Межотраслевая комиссия стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;
- Метрологический контроль, включая утверждение типа средств измерений, метрологическую аттестацию средств измерений, поверку, калибровку, метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений;
- Изготовление, поверка, калибровка, ремонт, продажа и прокат средств измерений;



Объекты системы обеспечения единства измерений

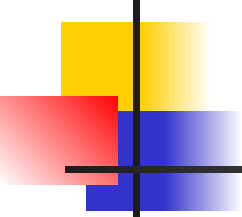
- Метрологическая экспертиза научно-технических программ, проектов ТНПА, конструкторской, технологической и программной документации;
- Аккредитация поверочных, калибровочных и испытательных лабораторий;
- Деятельность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по изготовлению, ремонту, продаже средств измерений;
- Государственный метрологический надзор;
- Права, обязанности и ответственность государственных инспекторов по обеспечению единства измерений;
- Права, обязанности и ответственность юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и физических лиц по обеспечению единства измерений;
- Финансирование деятельности по обеспечению единства измерений

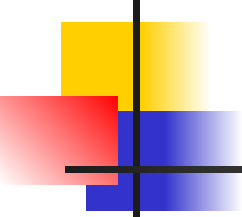
- 
-
- **Метрологический контроль** – совокупность работ, в ходе выполнения которых устанавливаются или подтверждаются метрологические, технические характеристики средств измерений, определяется соответствие средств измерений, методик выполнения измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений, а также соответствие методик выполнения измерений своему назначению

Виды метрологического контроля



- Утверждение типа средств измерений
- Поверка
- Калибровка
- Метрологическая аттестация средств измерений
- Метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений

- 
-
- **Государственные приемочные испытания** – государственные испытания средств измерений, проводимые с целью утверждения типа средств измерений
 - **Государственные контрольные испытания** – государственные испытания, проводимые с целью подтверждения соответствия выпускаемых средств измерений утвержденному типу (ТКП 8.001)

- 
-
- **Поверка** – составляющая часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых подтверждаются метрологические характеристики средств измерений и определяется соответствие средств измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений (ТКП 8.003)



Типы проверок

- Первичная
- Периодическая
- Внеочередная
- Инспекционная
- Экспертная



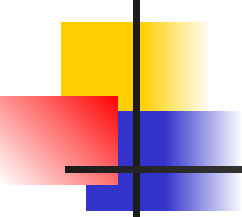
Типы поверок

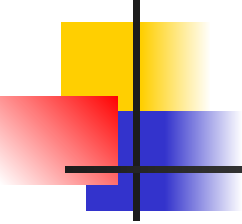
- **Первичной** поверке подлежат средства измерений утвержденных типов при выпуске из производства и при ввозе по импорту.
- **Периодической** поверке подлежат средства измерений, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через установленные межповерочные интервалы.
- **Внеочередная** поверка средств измерений проводится до окончания срока действия периодической поверки в следующих случаях:
 - после ремонта средства измерений;
 - при необходимости подтверждения пригодности средств измерений к применению;
 - при вводе средств измерений в эксплуатацию, отправке (продаже) потребителю, а также перед передачей в аренду, в том числе прокат средств измерений по истечении половины межповерочного интервала на них;
 - при отсутствии доказательств прохождения поверки (повреждения поверительного клейма или пломбы, ограничивающие доступ к определенным частям средств измерений (включая программное обеспечение) в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений и (или) утери документов, подтверждающих прохождение средством измерений первичной или периодической поверки)

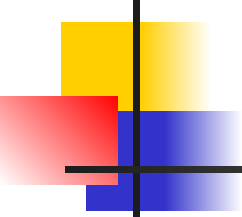


Типы поверок

- **Инспекционную** поверку проводят для выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении государственного метрологического надзора
- **Экспертная** поверка проводится при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению

- 
-
- **Калибровка** – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых определяются метрологические характеристики средств измерений путем определения в заданных условиях соотношения между значением величины, полученным с помощью средства измерений, и соответствующим значением величины, воспроизводимым эталоном единицы величины (ТКП 8.014)

- 
-
- **Метрологическая аттестация средств измерений** – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых устанавливаются метрологические характеристики средств измерений (ТКП 8.004)

- 
-
- **Метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений** – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых определяется соответствие методик выполнения измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений, а также их соответствие своему назначению (ТКП 8.006)

Сфера законодательной метрологии

Сфера законодательной метрологии распространяется на измерения, выполняемые при:

- осуществлении торговли и расчетов между покупателем и продавцом;
- определении налоговой базы;
- осуществлении таможенных и банковских операций;
- обеспечении защиты жизни и охраны здоровья человека;
- проведении государственного технического осмотра транспортных средств, диагностике технического состояния транспортных средств;
- обеспечении промышленной безопасности опасных производственных объектов, пожарной безопасности и радиационной безопасности;
- осуществлении геодезической и картографической деятельности;
- осуществлении гидрометеорологической деятельности;
- оказании услуг почтовой связи и электросвязи;
- проведении испытаний и осуществлении контроля за соответствием продукции и сырья требованиям законодательства РБ ;
- проведении экспертиз;
- обеспечении обороны и безопасности государства;

Сфера законодательной метрологии



- обеспечении охраны окружающей среды;
- обеспечении охраны труда;
- осуществлении государственного метрологического надзора;
- осуществлении метрологического контроля;
- осуществлении контроля за соблюдением требований, предъявляемых к фасованным товарам;
- проведении лабораторно-диагностических исследований ветеринарной службой;
- производстве и применении игровых автоматов и устройств с денежным выигрышем;
- регистрации международных и национальных спортивных рекордов.

Сфера законодательной метрологии может распространяться на измерения, выполняемые в иных сферах деятельности



Единицы измерений и единицы величин

- **Единица измерения** – величина, условно принятая за единицу, с которой сравниваются другие однородные величины для выражения их количественного значения по отношению к этой величине
- **ТР 2007/003/ВУ** «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь»



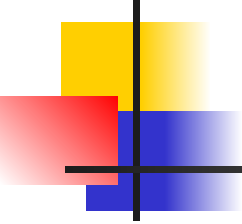
Структура ТР 2007/003/ВУ

- Статья 1. Область применения
- Статья 2. Термины и определения
- Статья 3. Общие положения
- Статья 4. Единицы СИ
- Статья 5. Единицы, не входящие в СИ
- Статья 6. Правила применения и написания обозначений единиц
- Статья 7. Государственный метрологический надзор



Структура ТР 2007/003/ВУ

- Приложение 1 Правила образования когерентных производных единиц измерений Международной системы единиц
- Приложение 2 Производные единицы измерений Международной системы единиц, имеющие специальные наименования и обозначения
- Приложение 3 Правила образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц измерений Международной системы единиц
- Приложение 4 Единицы, допускаемые к применению наравне с единицами Международной системы единиц
- Приложение 5 Единицы измерений, допускаемые к применению в отдельных областях
- Приложение 6 Некоторые относительные и логарифмические единицы измерений
- Приложение 7 Единицы количества информации
- Приложение 8 Правила написания обозначений единиц измерений

- 
-
- Основная единица – единица измерения основной величины в данной системе величин
 - Основная величина – одна из величин, которая в данной системе величин принята условно в качестве независимой от других величин
 - Производная единица – единица измерения производной величины в данной системе величин
 - Производная величина – величина, определенная в данной системе величин как функция основных величин этой системы



Основные единицы СИ

| Величина | | Единица | | |
|--|-------------|--------------|---------------|---------|
| Наименование | Размерность | Наименование | Обозначение | |
| | | | международное | русское |
| Длина | L | Метр | m | м |
| Масса | M | Килограмм | kg | кг |
| Время | T | Секунда | s | с |
| Электрический ток (сила электрического тока) | I | Ампер | A | А |
| Термодинамическая температура | θ | Кельвин | K | К |
| Количество вещества | N | Моль | mol | моль |
| Сила света | J | кандела | cd | кд |

Производные единицы СИ

Примеры производных единиц СИ, наименования и обозначения которых образованы с использованием наименований и обозначений основных единиц СИ

| Величина | | Единица | | |
|-------------------------------|-------------|------------------------------|---------------|-------------------|
| Наименование | Размерность | Наименование | Обозначение | |
| | | | международное | русское |
| Площадь | L^2 | квадратный метр | m^2 | $м^2$ |
| Объем, вместимость | L^3 | кубический метр | m^3 | $м^3$ |
| Скорость | LT^{-1} | метр в секунду | ms^{-1} | $м \cdot с^{-1}$ |
| Ускорение | LT^{-2} | метр на секунду в квадрате | ms^{-2} | $м \cdot с^{-2}$ |
| Плотность | $L^{-3}M$ | килограмм на кубический метр | $m^{-3}kg$ | $м^{-3} \cdot кг$ |
| Напряженность магнитного поля | $L^{-1}I$ | ампер на метр | $m^{-1}A$ | $м^{-1} \cdot А$ |
| Яркость | $L^{-2}J$ | кандела на квадратный метр | $m^{-2}cd$ | $м^{-2} \cdot Кд$ |

Производные единицы СИ

Примеры производных единиц СИ, наименования и обозначения которых образованы с использованием специальных наименований и обозначений

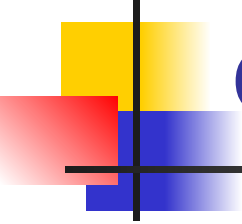
| Величина | | Единица | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------|---------------|---------|---|
| Наименование | Размерность | Наименование | Обозначение | | Выражение через основные и производные единицы СИ |
| | | | международное | русское | |
| Момент силы | L^2MT^{-2} | ньютон-метр | N·m | Н·м | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ |
| Поверхностное натяжение | MT^{-2} | ньютон на метр | N/m | Н/м | $kg \cdot s^{-2}$ |
| Динамическая вязкость | $L^{-1}MT^{-1}$ | паскаль-секунда | Pa·s | Па·с | $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$ |
| Напряженность электрического поля | $LMT^{-3}I^{-1}$ | вольт на метр | V/m | В/м | $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$ |
| Диэлектрическая проницаемость | $L^{-3}M^{-1}T^4I^2$ | фарад на метр | F/m | Ф/м | $m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$ |
| Магнитная проницаемость | $LMT^{-2}I^{-2}$ | генри на метр | H/m | Гн/м | $m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$ |

Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений кратных и дольных единиц СИ

| Десятичный множитель | Приставка | Обозначение приставки | |
|----------------------|-----------|-----------------------|---------|
| | | международное | русское |
| 10^{24} | иотта | Y | И |
| 10^{21} | зетта | Z | З |
| 10^{18} | экса | E | Э |
| 10^{15} | пета | P | П |
| 10^{12} | тера | T | Т |
| 10^9 | гига | G | Г |
| 10^6 | мега | M | М |
| 10^3 | кило | k | к |
| 10^2 | гекто | h | г |
| 10^1 | дека | da | да |

Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений кратных и дольных единиц СИ

| Десятичный множитель | Приставка | Обозначение приставки | |
|----------------------|-----------|-----------------------|---------|
| | | международное | русское |
| 10^{-1} | деци | d | Д |
| 10^{-2} | санти | c | С |
| 10^{-3} | милли | m | М |
| 10^{-6} | микро | μ | МК |
| 10^{-9} | нано | n | Н |
| 10^{-12} | пико | p | П |
| 10^{-15} | фемто | f | Ф |
| 10^{-18} | атто | a | А |
| 10^{-21} | зепто | z | З |
| 10^{-24} | иокто | y | И |



Правила написания обозначений единиц измерений

- Буквенные обозначения единиц необходимо печатать прямым шрифтом. В обозначении единиц точка не ставится.
- Обозначения единиц не переносятся на другую строку. Дробное числовое значение (с косой чертой) заключается в скобки. Между числовым значением и обозначением единицы оставляется пробел. При обозначении единиц в виде знака (...°, ...', ...") пробел не ставят

Пример

Правильно:

100 kW; 100 кВт

80 %

20 °C

(1/60) s⁻¹

20 °

Неправильно:

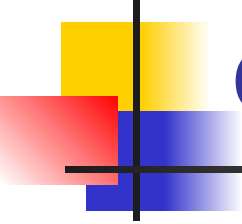
100kW; 100кВт

80%

20°C

(1/60)s⁻¹

20 °



Правила написания обозначений единиц измерений

- При указании значений величин с предельными отклонениями, числовые значения заключаются в скобки либо обозначения единиц проставляются за каждым числовым значением

Пример

Правильно:

$(100,0 \pm 0,1)$ kg

50 г \pm 1 г

Неправильно:

100,0 \pm 0,1 kg

50 \pm 1 г

- Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделяются точками на средней линии как знаками умножения.

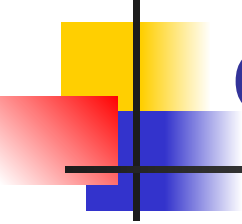
Пример

Правильно:

N·m; Н·м

Неправильно:

Nm; Нм



Правила написания обозначений единиц измерений

- При применении косой черты буквенные обозначения единиц в числителе и знаменателе помещаются в одну строку, произведение обозначений единиц в знаменателе заключается в скобки

Пример

Правильно:

m/s ; m/c

$W/(m \cdot K)$; $Вт/(m \cdot K)$

Неправильно:

$m_{/s}$; $M_{/c}$

$W/m \cdot K$; $Вт/m \cdot K$



Спасибо за внимание