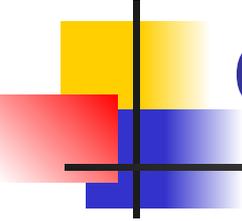


# Метрологическое обеспечение производства

---

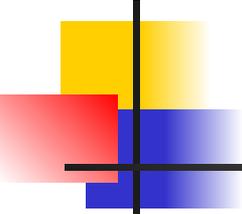
Достанко Светлана Владимировна,  
начальник лаборатории поверки  
средств измерений ОГМетр

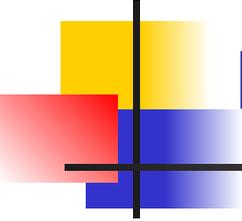


# Метрологическое обеспечение производства

---

- **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.

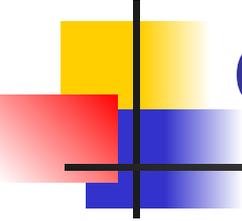
- 
- 
- Единство измерений необходимо для того, чтобы можно было сопоставить результаты измерений, выполненных в разных местах, в разное время, с использованием разных методов и средств измерений.
  - **Точность измерений** характеризуется близостью их результатов к истинному значению измеряемой величины.
  - **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.

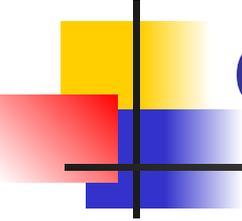


# Национальные эталоны единиц величин

---

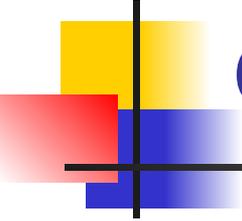
- **Национальный эталон единицы величины** – эталон единицы величины, утвержденный решением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в качестве национального эталона единицы величины.

# Национальные эталоны единиц величин



---

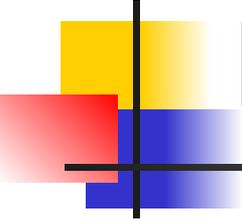
- **Служат** основой для установления значений эталонов единиц величин
- **Создаются** для воспроизведения единиц измерений и обеспечения прослеживаемости результатов измерений до единиц измерений Международной системы единиц
- **Сличаются** с международными эталонами единиц величин или национальными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



# Национальные эталоны единиц величин

---

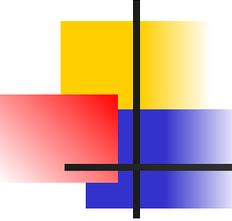
- Национальные эталоны единиц величин, применяемые при поверке, подлежат **поверке**.
- Национальные эталоны единиц величин, применяемые при калибровке, подлежат **калибровке**.



# Национальные эталоны РФ

---

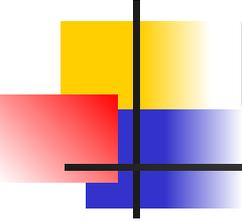
- Единиц: времени - секунды, частоты - герца и шкалы времени
- Единицы массы в диапазоне 1 мг - 1 кг
- Единицы магнитной индукции – тесла в диапазоне (0,05-2,0) Тл
- Единицы температуры - кельвина
- Единиц цвета, спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне 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

---

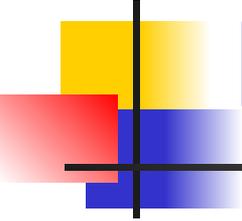
- Единицы звукового давления в воздушной среде в диапазоне частот 20 Гц — 20 кГц
- Единицы электрической мощности
- Единицы спектральной чувствительности приемников излучения
- Единицы электрической ёмкости
- Единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов
- Единицы энергии сгорания - 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

---

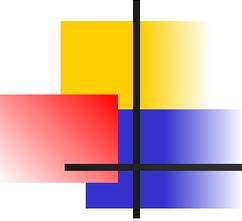
- Национальный эталон единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности
- Единицы силы
- Единиц массового и объемного расхода жидкости (воды)
- Национальный эталон единицы длины в области измерений шероховатости поверхности
- Единиц белизны
- Единицы коэффициента гармоник
- 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

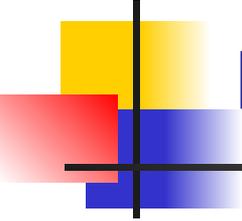


# Национальные эталоны РБ

---

- 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

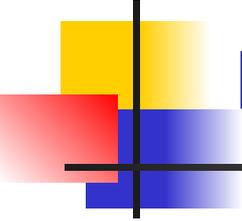
- 
- 
- Организационной основой МО является метрологическая служба Республики Беларусь, которая состоит из государственных и ведомственных метрологических служб.
  - На ОАО «МАЗ» - отдел главного метролога, состоящий из лаборатории поверки средств измерений и лаборатории измерительной техники.
  - Лаборатория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

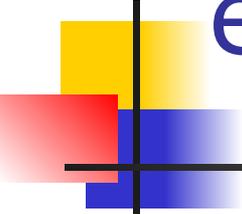


# Основные задачи метрологического обеспечения

---

- 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.

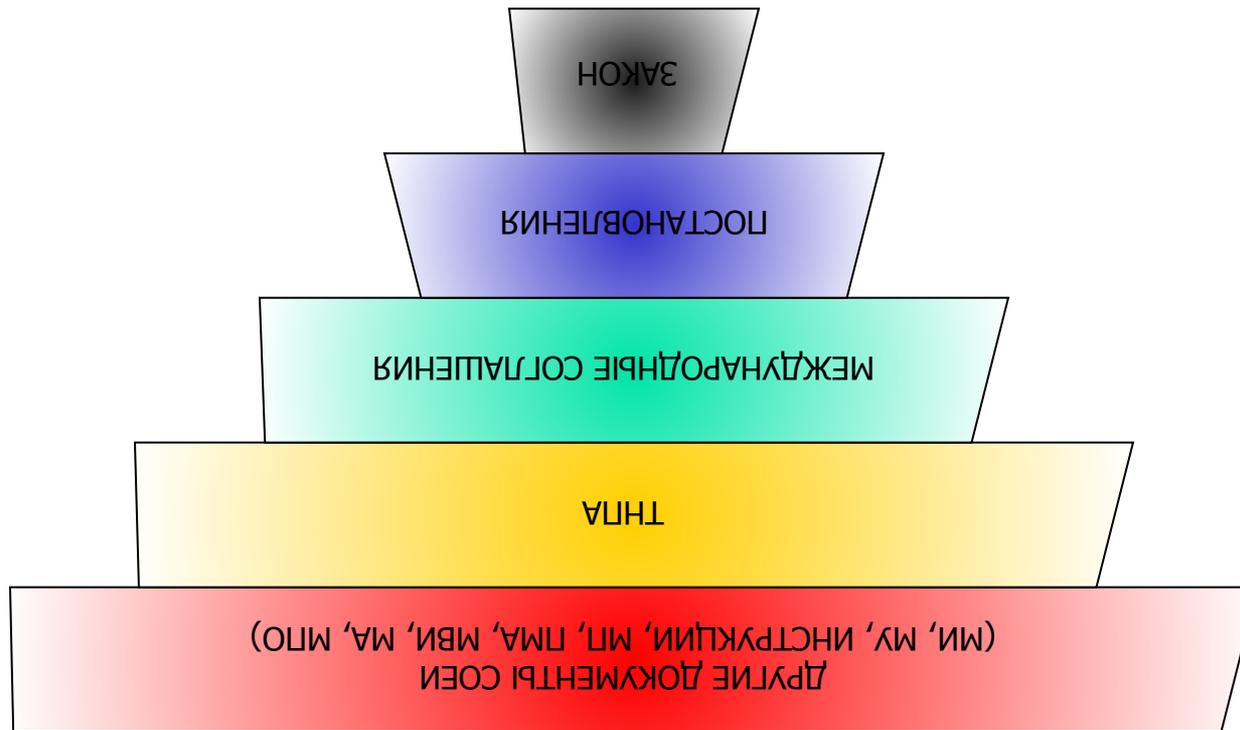
# Система обеспечения единства измерений

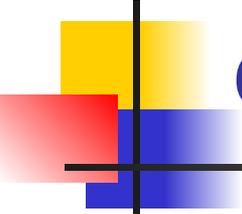


---

- 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

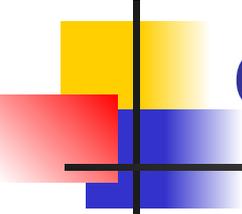




# Объекты системы обеспечения единства измерений

---

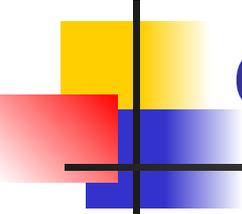
- Основные понятия (термины, определения, обозначения), используемые в СОЕИ;
- Единицы измерений и единицы величин;
- Эталоны, включая национальные и исходные эталоны Республики Беларусь;
- Средства измерений, в том числе определение метрологических характеристик и иных требований к средствам измерений;
- 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

---

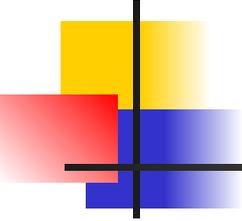
- Метрологические службы республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов и метрологические службы юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;
- Межотраслевая комиссия времени, частоты и определения параметров вращения Земли;
- Межотраслевая 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;



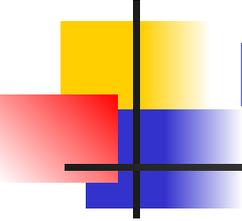
# Объекты системы обеспечения единства измерений

---

- 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

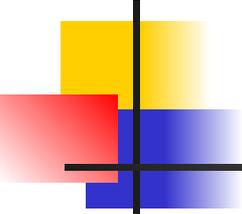
- 
- 
- **Метрологический контроль** – совокупность работ, в ходе выполнения которых устанавливаются или подтверждаются метрологические, технические характеристики средств измерений, определяется соответствие средств измерений, методик выполнения измерений требованиям законодательства Республики Беларусь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

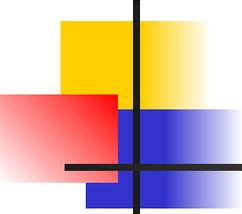
# Виды метрологического контроля

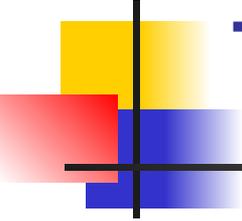


---

- 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)

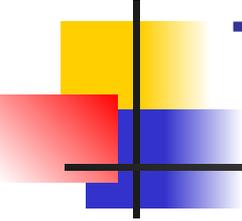
- 
- 
- **Поверка** – составляющая часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых подтверждаются метрологические характеристики средств измерений и определяется соответствие средств измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений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



# Типы проверок

---

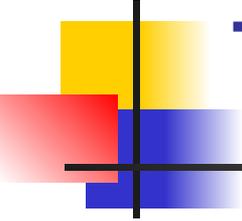
- Первичная
- Периодическая
- Внеочередная
- Инспекционная
- Экспертная



# Типы поверок

---

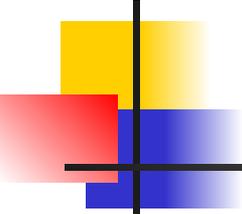
- **Первичной** поверке подлежат средства измерений утвержденных типов при выпуске из производства и при ввозе по импорту.
- **Периодической** поверке подлежат средства измерений, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через установленные межповерочные интервалы.
- **Внеочередная** поверка средств 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)

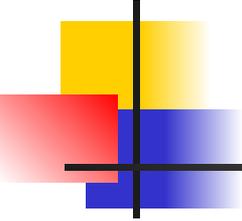


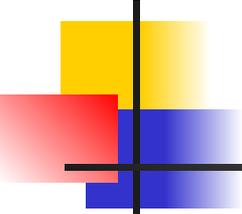
# Типы поверок

---

- **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)

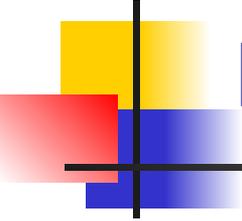
- 
- 
- **Метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений** – составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых определяется соответствие методик выполнения измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений, 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;

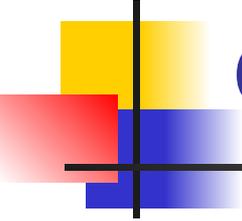
# Сфера законодательной метрологии



---

- 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.

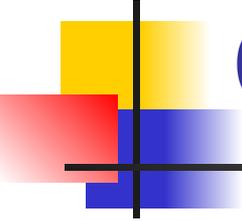
**Сфера законодательной метрологии может распространяться на измерения, выполняемые в иных сферах деятельности**



# Единицы измерений и единицы величин

---

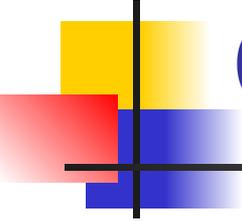
- **Единица измерения** – величина, условно принятая за единицу, с которой сравниваются другие однородные величины для выражения их количественного значения по отношению к этой величине
- **ТР 2007/003/ВУ** «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь»



# Структура ТР 2007/003/ВУ

---

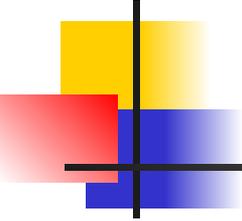
- Статья 1. Область применения
- Статья 2. Термины и определения
- Статья 3. Общие положения
- Статья 4. Единицы СИ
- Статья 5. Единицы, не входящие в СИ
- Статья 6. Правила применения и написания обозначений единиц
- Статья 7. Государственный метрологический надзор

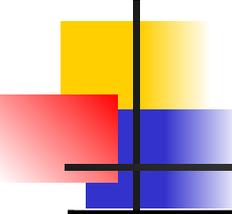


# Структура ТР 2007/003/ВУ

---

- 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                | $\theta$    | 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

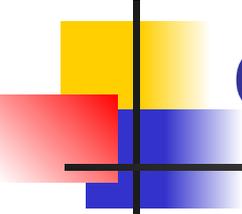
| Величина                          |                      | Единица         |               |         |   |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------|---------------|---------|---|
| Наименование                      | Размерность          | Наименование    | Обозначение   |         | 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     | $\mu$                 | 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<sup>-1</sup>

20 °

### ***Неправильно:***

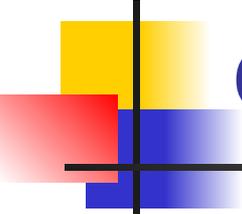
100kW; 100кВт

80%

20°C

(1/60)s<sup>-1</sup>

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.

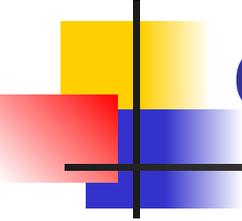
## **Пример**

***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:***

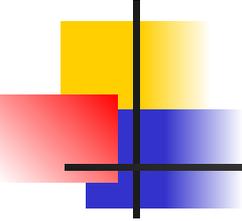
$m/s$ ;  $m/c$

$W/(m \cdot K)$ ;  $Вт/(m \cdot K)$

***Неправильно:***

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

$W/m \cdot K$ ;  $Вт/m \cdot K$



---

Спасибо за внимание