

# Международные единицы СИ

- Основные единицы измерения устанавливаются независимо от других единиц, и для определения их величины используются эталоны.
- Производные единицы физических величин определяются через основные единицы с помощью уравнений, выражающих физические законы.
- Совокупность основных и производных единиц составляют **систему единиц измерения** физических величин.

- СИ определяет семь **основных** и **производные** единицы физических величин, а также набор **приставок**. Установлены стандартные сокращённые обозначения для единиц и правила записи производных единиц.
- **Основные единицы**: килограмм: килограмм, метр: килограмм, метр, секунда: килограмм, метр, секунда, ампер: килограмм, метр, секунда, ампер, кельвин: килограмм, метр, секунда, ампер, кельвин, моль: килограмм, метр, секунда, ампер, кельвин, моль и кандела: килограмм, метр, секунда, ампер, кельвин, моль и кандела. В рамках СИ считается, что эти единицы имеют независимую размерность, т. е. ни одна из основных единиц не может быть получена из других.
- **Производные единицы** получаются из основных с помощью алгебраических действий, таких как умножение и деление. Некоторым из производных единиц в СИ присвоены собственные названия, например радиану.
- **Приставки** можно использовать перед названиями единиц; они означают, что единицу нужно умножить или разделить на определённое целое число, степень числа 10. Например, приставка «кило» означает умножение на 1000 (километр = 1000 метров). Приставки СИ называют также десятичными приставками.

# Единицы измерения СИ

| Величина                      | Единица измерения |                        | Обозначение |               |
|-------------------------------|-------------------|------------------------|-------------|---------------|
|                               | русское название  | международное название | русское     | международное |
| Длина                         | метр              | metre (meter)          | м           | m             |
| Масса                         | килограмм         | kilogram               | кг          | kg            |
| Время                         | секунда           | second                 | с           | s             |
| Сила тока                     | ампер             | ampere                 | А           | A             |
| Термодинамическая температура | кельвин           | kelvin                 | К           | K             |
| Сила света                    | кандела           | candela                | кд          | cd            |
| Количество вещества           | моль              | mole                   | моль        | mol           |

# Производные единицы с собственными названиями

| Величина                                  | Единица измерения |                        | Обозначение |               | Выражение                                      |
|---|-------------------|------------------------|-------------|---------------|--|
|   | русское название  | международное название | русское     | международное |  |
| Плоский угол                              | радиан            | radian                 | рад         | rad           | $\text{м} \cdot \text{м}^{-1} = 1$             |
| Телесный угол                             | стерадиан         | steradian              | ср          | sr            | $\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2} = 1$           |
| Температура по шкале Цельсия <sup>1</sup> | градус Цельсия    | degree Celsius         | °C          | °C            | К  |
| Частота                                   | герц              | hertz                  | Гц          | Hz            | $\text{с}^{-1}$                                |
| Сила                                      | ньютон            | newton                 | Н           | N             | $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ |

# Производные единицы с собственными названиями

|  |           |           |    |    |  |
|--|-----------|-----------|----|----|--|
| Энергия                                  | джоуль    | joule     | Дж | J  | $\text{Н} \cdot \text{м} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$ |
| Мощность                                 | ватт      | watt      | Вт | W  | $\text{Дж}/\text{с} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$      |
| Давление                                 | паскаль   | pascal    | Па | Pa | $\text{Н}/\text{м}^2 = \text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$  |
| Эффективная доза ионизирующего излучения | зиверт    | sievert   | Зв | Sv | $\text{Дж}/\text{кг} = \text{м}^2/\text{с}^2$                              |
| Активность (радиоактивного источника)    | беккерель | becquerel | Бк | Bq | $\text{с}^{-1}$  |
| Поглощённая доза ионизирующего излучения | грэй      | gray      | Гр | Gy | $\text{Дж}/\text{кг} = \text{м}^2/\text{с}^2$                              |

# Единицы, не входящие в СИ

| Единица измерения      | Международное название | Обозначение |               | Величина в единицах СИ         |
|------------------------|------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|
|                        |                        | русское     | международное |                                |
| <u>минута</u>          | minute                 | МИН         | min           | 60 с                           |
| <u>час</u>             | hour                   | ч           | h             | 60 мин = 3600 с                |
| <u>сутки</u>           | day                    | сут         | d             | 24 ч = 86 400 с                |
| <u>градус</u>          | degree                 | °           | °             | $(\pi/180)$ рад                |
| <u>угловая минута</u>  | minute                 | '           | '             | $(1/60)^\circ = (\pi/10\,800)$ |
| <u>угловая секунда</u> | second                 | "           | "             | $(1/60)' = (\pi/648\,000)$     |
| <u>литр</u>            | litre (liter)          | л           | l, L          | $1/1000 \text{ м}^3$           |
| <u>тонна</u>           | tonne                  | т           | t             | 1000 кг                        |

# Единицы, не входящие в СИ

|                         |                          |          |     |   |
|-------------------------|--------------------------|----------|-----|---|
| непер                   | neper                    | Нп       | Np  | безразмерна                               |
| бел                     | bel                      | Б        | B   | безразмерна                               |
| электронвольт           | electronvolt             | эВ       | eV  | $10^{-19}$ Дж                             |
| атомная единица массы   | unified atomic mass unit | а. е. м. | u   | $10^{-27}$ кг                             |
| астрономическая единица | astronomical unit        | а. е.    | ua  | $10^{11}$ м                               |
| морская миля            | nautical mile            | миля     |     | 1852 м (точно)                            |
| узел                    | knot                     | уз       |     | 1 морская миля в час =<br>(1852/3600) м/с |
| ар                      | are                      | а        | а   | $10^2$ м <sup>2</sup>                     |
| гектар                  | hectare                  | га       | ha  | $10^4$ м <sup>2</sup>                     |
| бар                     | bar                      | бар      | bar | $10^5$ Па                                 |
| ангстрем                | ångström                 | Å        | Å   | $10^{-10}$ м                              |
| барн                    | barn                     | б        | b   | $10^{-28}$ м <sup>2</sup>                 |



# ***Единицы, не входящие в СИ***

- Кроме того, ГОСТ 8.417-2002 разрешает применение следующих единиц: градус, световой год, парсек, диоптрия, киловатт·час, вольт·ампер, вар, ампер·час, карат, текс, гал, оборот в секунду, оборот в минуту. Разрешается применять единицы относительных и логарифмических величин, такие как процент, промилле, миллионная доля, фон, октава, декада. Допускается также применять единицы времени, получившие широкое распространение, например, неделя, месяц, год, век, тысячелетие.
- **Другие единицы применять не разрешается.**

# Приставки СИ

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Кратные приставки</b> | дека- ( $10^1$ ); · гекто- ( $10^2$ ); кило- ( $10^3$ ); ·<br>мега- ( $10^6$ ); гига- ( $10^9$ ); тера- ( $10^{12}$ ); ·<br>пета- ( $10^{15}$ ); экса- ( $10^{18}$ ); зетта- ( $10^{21}$ );<br>йотта- ( $10^{24}$ )                       |
| <b>Дольные приставки</b> | деци- ( $10^{-1}$ ); санти- ( $10^{-2}$ );<br>милли- ( $10^{-3}$ ); микро- ( $10^{-6}$ );<br>нано- ( $10^{-9}$ ); · пико- ( $10^{-12}$ );<br>фемто- ( $10^{-15}$ ); атто- ( $10^{-18}$ );<br>зепто- ( $10^{-21}$ ); йокто- ( $10^{-24}$ ) |

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **Радиоактивный распад** – это процесс самопроизвольного распада неустойчивых ядер в другие ядра (в конечном итоге, стабильные).
- **Радиация** – излучение энергии в виде частиц или электромагнитных волн.
- **Активность (A)** - мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = dN / dt$$

- **Активность удельная (объемная)** - отношение активности  $A$  радионуклида в веществе к массе  $m$  (объему  $V$ ) вещества:

$$A_m = A / m \qquad A_V = A / V$$

- Единица удельной активности - беккерель на килограмм, Бк/кг. Единица объемной активности - беккерель на метр кубический, Бк/м<sup>3</sup>.

# Определения

- ***Источник ионизирующего излучения*** - радиоактивное вещество или устройство, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение, на которые распространяется действие действующих Норм и Правил.
- ***Население*** - все лица, включая персонал вне работы с источниками ионизирующего излучения.
- ***Риск радиационный*** - вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.
- ***Загрязнение радиоактивное*** - присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные действующими Нормами и Правилами.
- ***Дезактивация*** - удаление или снижение радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды.
- ***Отходы радиоактивные*** - не предназначенные для дальнейшего использования вещества в любом агрегатном состоянии, в которых содержание радионуклидов превышает уровни, установленные действующими Нормами и Правилами.

# Определения

- *Доза поглощенная (D)* – отношение приращения средней энергии, переданной излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме.

$$D = dw / dm$$

- *Экспозиционная доза фотонного излучения* – отношение приращения суммарного заряда одного знака, возникающих при полном торможении электронов и позитронов, которые были образованы фотонами в элементарном объеме воздуха, к массе воздуха в этом объеме:

$$X = dQ / dm$$

- *Доза эквивалентная ( $H_{T,R}$ )* - поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения,  $W_R$  :

- $$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

- ***Предел дозы (ПД)*** - величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.
- ***Доза эффективная коллективная*** - мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы - человеко•зиверт (чел.•Зв).
- ***Полная коллективная эффективная эквивалентная доза*** – коллективная эффективная эквивалентная доза, которую получают поколения людей от какого-либо источника за все время его существования.

- ***Объект радиационный*** - организация, где осуществляется обращение с техногенными источниками ионизирующего излучения.
- ***Санитарно-защитная зона*** - территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения населения.
- ***Зона наблюдения*** - территория вокруг радиационного объекта за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль.
- ***Биологическое действие ионизирующего излучения*** условно можно подразделить на:
  - 1. первичные физико-химические процессы, возникающие в молекулах живых клеток и окружающего их субстрата;
  - 2. нарушения функций целого организма как следствие первичных процессов.



- ***Соматические (телесные) эффекты*** – это последствия воздействия на самого облученного, а не на его потомство. Соматические эффекты делятся на стохастические (вероятностные) и нестохастические.
- К ***нестохастическим соматическим эффектам*** относят поражения, вероятность возникновения и степень тяжести которых растут по мере увеличения дозы облучения и для возникновения которых существует дозовый порог.
- ***Стохастическими эффектами*** считаются такие, для которых от дозы зависит только вероятность возникновения, а не тяжесть и отсутствует порог. Основными стохастическими эффектами являются канцерогенные и генетические.
- ***Генетические эффекты*** – врожденные уродства – возникают в результате мутаций и других нарушений в половых клеточных структурах, ведающих наследственностью. Генетические эффекты так же, как соматико-стохастические, не исключаются при малых дозах и так же условно не имеют порога.

# Задача 1

- Во сколько обойдется забытая не выключенная лампочка мощностью 60 Вт. Время отсутствия людей с 8 утра до 18 часов вечера?

# Решение

- Время отсутствия  $18-8=10$  часов
- $60 \text{ Вт} \cdot 10 \text{ часов} = 600 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 0,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$   
сгорит электроэнергии за 10 часов работы лампочки
- Стоимость  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  составляет  $\approx 1,51$  руб. (2,16)
- Цена не выключенной лампочки составит:
- $1,51 \cdot 0,6 = 0,906$  руб. за 10 часов

# Задача 2

- Какую энергию несет в себе ветер дующий на площади  $1 \text{ м}^2$  со скоростью  $2 \text{ м/с}$

# Решение

- формулу расчета энергии ветра:
- $P = 0,6 \cdot S \cdot V^3$
- $P$  - это мощность, в Вт
- $S$  - площадь ( $M^2$ ) на которую перпендикулярно дует ветер.
- $V$  - скорость ветра, в метрах в секунду (в формуле - в кубе).
- Т.е. мощность, энергия, что несет в себе ветер прямо пропорционально обдуваемой им площади и кубу его скорости.
- $P = 0,6 \cdot 1 \cdot 2^3 = 4,8$  Вт
- Больше от ветра не получить в принципе, даже теоретически.

# Задача

- На обогрев  $1 \text{ м}^2$  тратится  $100 \text{ Вт}$ . Используемая ветровая установка имеет КПД  $20 \%$ . Сколько энергии Вам потребуется для отопления дома площадью  $100 \text{ м}^2$ . Рассчитайте необходимую площадь ветровой установки при скорости ветра  $6 \text{ м/с}$  ,  $10 \text{ м/с}$

# Решение

- $100 \text{ м}^2 \cdot 100 \text{ Вт} \cdot 5 = 50000 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 = 50 \text{ кВт}$   
потребуется на обогрев дома.
- $S = P / (0,6 \cdot V^3) = 385 \text{ м}^2; 80 \text{ м}^2$

# Задача

- Средняя плотность солнечной энергии у поверхности земли в юго-западной части США составляет  $250 \text{ Вт/м}^2$ . Если солнечные фотоэлементы имеют КПД 13 %, какова должна быть общая площадь солнечного коллектора для электростанции мощностью 1000 МВт? Стоимость такой СЭС?



- С учетом КПД мощность энергии фотоэлементов составит  $250 \text{ Вт/м}^2 \cdot 13 \% / 100 \% = 32,5 \text{ Вт/м}^2$
- Для станции мощностью 1000 МВт требуется:
- $1000\ 000\ 000 \text{ Вт} / 32,5 \text{ Вт/м}^2 = 3,08 \cdot 10^7 \text{ м}^2 = 30,8 \text{ км}^2$
- Стоимость 1 м<sup>2</sup> батарей - 15 000 рублей
- Стоимость станции  $3,08 \cdot 10^7 \text{ м}^2 \cdot 15\ 000 =$
- $= 462 \cdot 10^9$  рублей
- Стоимость ТЭЦ 8,4-19 млрд.руб.