

# 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, 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 = (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- ( $10^3$ ); · мега- ( $10^6$ ); гига- ( $10^9$ ); тера- ( $10^{12}$ ); · пета- ( $10^{15}$ ); экса- ( $10^{18}$ ); зетта- ( $10^{21}$ ); йотта- ( $10^{24}$ )
<b>Дольные приставки</b>	деци- ( $10^{-1}$ ); санти- ( $10^{-2}$ ); милли- ( $10^{-3}$ ); микро- ( $10^{-6}$ ); нано- ( $10^{-9}$ ); · пико- ( $10^{-12}$ ); фемто- ( $10^{-15}$ ); атто- ( $10^{-18}$ ); 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.