

## Познакомимся с возможностями Т<sub>Э</sub>Х<sub>А</sub> по набору формул

Любые формулы в Т<sub>Э</sub>Х<sub>А</sub> должны заключаться в значки  $\$$ . Даже одна греческая буква считается в Т<sub>Э</sub>Х<sub>А</sub> формулой! При этом пустые строки в формулах недопустимы, а все пробелы — игнорируются.

### 1. Греческие и латинские буквы

Латинские буквы вводятся непосредственно.

Вид	Название	Команда	Прописная	Команда
$\alpha$	Альфа	<code>\alpha</code>	$A$	<code>A</code>
$\beta$	Бета	<code>\beta</code>	$B$	<code>B</code>
$\gamma$	Гамма	<code>\gamma</code>	$\Gamma$	<code>\Gamma</code>
$\delta$	Дельта	<code>\delta</code>	$\Delta$	<code>\Delta</code>
$\epsilon, \varepsilon$	Эпсилон	<code>\epsilon, \varepsilon</code>	$E$	<code>E</code>
$\zeta$	Дзета	<code>\zeta</code>	$Z$	<code>Z</code>
$\eta$	Эта	<code>\eta</code>	$H$	<code>H</code>
$\theta, \vartheta$	Тета	<code>\theta, \vartheta</code>	$\Theta$	<code>\Theta</code>
$\iota$	Йота	<code>\iota</code>	$I$	<code>I</code>
$\kappa, \varkappa$	Каппа	<code>\kappa, \varkappa</code>	$K$	<code>K</code>
$\lambda$	Лямбда	<code>\lambda</code>	$\Lambda$	<code>\Lambda</code>
$\mu$	Мю	<code>\mu</code>	$M$	<code>M</code>
$\nu$	Ню	<code>\nu</code>	$N$	<code>N</code>
$\xi$	Кси	<code>\xi</code>	$\Xi$	<code>\Xi</code>
$o$	Омикрон	<code>o</code>	$O$	<code>O</code>
$\pi, \varpi$	Пи	<code>\pi, \varpi</code>	$\Pi$	<code>\Pi</code>
$\rho, \varrho$	Ро	<code>\rho, \varrho</code>	$P$	<code>P</code>
$\sigma, \varsigma$	Сигма	<code>\sigma, \varsigma</code>	$\Sigma$	<code>\Sigma</code>
$\tau$	Тау	<code>\tau</code>	$T$	<code>T</code>
$\upsilon$	Ипсилон	<code>\upsilon</code>	$\Upsilon$	<code>\Upsilon</code>
$\phi, \varphi$	Фи	<code>\phi, \varphi</code>	$\Phi$	<code>\Phi</code>
$\chi$	Хи	<code>\chi</code>	$X$	<code>X</code>
$\psi$	Пси	<code>\psi</code>	$\Psi$	<code>\Psi</code>
$\omega$	Омега	<code>\omega</code>	$\Omega$	<code>\Omega</code>

Как видите, легко запомнить! Чтобы вставить заглавную букву, команду нужно писать с большой буквы, либо, если она по начертанию совпадает с латинской, то специальной команды вообще нет. *Чтобы использовать команду `\varkappa` нужно подключить пакет `amssymb`.*

## 2. Символы различных математических операций

Вид	Команда	Вид	Команда
$=$	<code>=</code>	$\neq$	<code>\ne</code>
$<$	<code>&lt;</code>	$>$	<code>&gt;</code>
$\leq$	<code>\le</code>	$\geq$	<code>\ge</code>
$\leqslant$	<code>\leqslant</code>	$\geqslant$	<code>\geqslant</code>
$\pm$	<code>\pm</code>	$\mp$	<code>\mp</code>
$\times$	<code>\times</code>	$\cdot$	<code>\cdot</code>
$\cup$	<code>\cup</code>	$\cap$	<code>\cap</code>
$\approx$	<code>\approx</code>	$\div$	<code>\div</code>
$\parallel$	<code>\parallel</code>	$\perp$	<code>\perp</code>
$\in$	<code>\in</code>	$\notin$	<code>\notin</code>
$\subset$	<code>\subset</code>	$\supset$	<code>\supset</code>
$\triangleup$	<code>\bigtriangleup</code>	$\triangledown$	<code>\bigtriangledown</code>
$\nabla$	<code>\nabla</code>	$\angle$	<code>\angle</code>
$\sim$	<code>\sim</code>	$\equiv$	<code>\equiv</code>
$\forall$	<code>\forall</code>	$\exists$	<code>\exists</code>
$\emptyset$	<code>\emptyset</code>	$\varnothing$	<code>\varnothing</code>
$\partial$	<code>\partial</code>	$\infty$	<code>\infty</code>
$\cong$	<code>\cong</code>	$\rightarrow$	<code>\rightarrow</code>
$\leftrightarrow$	<code>\leftrightarrow</code>	$\Leftrightarrow$	<code>\Leftrightarrow</code>
$\neg$	<code>\neg</code>	$\parallel$	<code>\parallel</code>

Разумеется, это не все символы; их гораздо больше (см. help).

Кстати, *любой* символ можно перечеркнуть, поставив перед ним команду `\not`; например, перечеркнем стрелку и знак перпендикулярности:

$$\not\rightarrow \quad \not\perp$$

Символы можно не только перечеркивать, но и ставить над ними «крышечки», «черточки» и прочие значки:

$$\begin{array}{ccccc} \dot{a} & \ddot{a} & \vec{a} & \bar{a} & \tilde{a} \\ \hat{a} & \grave{a} & \check{a} & \acute{a} & \breve{a} \end{array}$$

Некоторые эти символы могут стоять сразу над несколькими буквами; для таких значков зарезервированы специальные команды:

$$\widehat{a \cdot b} \quad \widetilde{a+b} \quad \overrightarrow{AB}$$

Цифры — это цифры, буквы — это буквы, а вот для названий функций зарезервированы отдельные команды! (Это нужно для того, чтобы они писались не курсивом, а «прямо»). Как правило, имя команды совпадает с названием самой функции, например:

sin cos arcsin arccos tg ctg tan cot arctg arcctg  
log lg ln exp ker arg dim

Все эти команды не имеют никаких аргументов! То есть аргументы функций нужно писать как обычный текст.

С учетом выше сказанного, мы можем написать, скажем, такую формулу, знакомую нам со школы:

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta.$$

Такую же формулу можно использовать для косинуса.

### 3. Верхние и нижние индексы

Теперь разберемся с верхними (степенями) и нижними индексами. Для верхних используется символ «каретка»  $\wedge$ , для нижних — символ подчеркивания  $_$ ). Если индекс состоит из более чем одного символа, его надо заключать в группу (фигурные скобки).

Примеры:

$$\begin{array}{ccc} a^2 & b_{ij} & C^n_k \\ a^2 & b_{ij} & C_k^n \end{array}$$

Кстати, при наборе формул для групп действуют обычные правила для скобок:

$$a^{\{x^2\}} \quad a^{x^2}$$

### 4. Дроби

Дроби записываются с помощью команды `\frac`, которая имеет два обязательных аргумента: первый — числитель, второй — знаменатель. При этом, если числитель и/или знаменатель состоят из одного символа, в скобки их брать не обязательно.

$$\frac{1}{2} + \frac{x}{2} = \frac{1+x}{2}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{x}{2} = \frac{1+x}{2}$$

Скобки в формулах набираются непосредственным образом. Для набора фигурных скобок используются комбинации `\{` и `\}`, например,  $\{a_i\}_{i=1}^{\infty}$ ; а для набора двух вертикальных прямых линий — команда `\|`, например,  $\|\vec{x}\| = \sqrt{\vec{x} \cdot \vec{x}}$ ,

Чтобы сделать скобки размерными, нужно указывать перед ними команды `\left` и `\right` соответственно:

$$\left(x + \frac{1}{x}\right)^2, \quad \|\hat{\varepsilon}^{(p)}\| = \|\hat{\varepsilon}^{(p)}\| = \|\hat{\varepsilon}^{(p)}\| = \left\|\frac{\partial u_i}{\partial x_j}\right\|.$$

Эти же команды используются, чтобы увеличить, например, косую черту дроби. Тогда после команды `\left` ставится точка (она напечатана не будет), а после `\right` — косая черта (или другой ограничитель, вроде прямой черты или квадратной скобки и других). Например:

$$\frac{(a+b)}{(b+c)} \Big/ (a+c).$$

## 5. Установка размера скобок вручную

Размер ограничителей (скобок, черточек и т.п.) можно указывать и явно. Для этого вместо `\left` и `\right` используются пары `\bigl-\bigr`, `\Bigl-\Bigr`, `\biggl-\biggr`, `\Biggl-\Biggr` (в порядке увеличения размера). Вот так они выглядят применительно к прямой черте:

$$\left| \left| \left| \left| x \right| \right| \right| \right|$$

## 6. Радикалы

Для задания корней используется команда `\sqrt`. Необязательный аргумент в квадратных скобках указывает степень корня:

<code>\sqrt x</code>	<code>\sqrt{1+x^2}</code>	<code>\sqrt[3]{x+\sin x}</code>
$\sqrt{x}$	$\sqrt{1+x^2}$	$\sqrt[3]{x+\sin x}$

Штрихи производных обозначаются апострофами:

$$\begin{array}{ccc} f''(x) & g'(x) & \{x'\}^2 \\ f''(x) & g'(x) & x'^2 \end{array}$$

## 7. Сумма и произведение

Вот так описываются «сумма» и «произведение»:

$$\sum_{i=1}^n n^2 \quad \prod_{i=1}^n n^2$$

$$\sum_{i=1}^n n^2 \quad \prod_{i=1}^n n^2$$

Если формула будет в строке, то пределы суммирования будут сбоку, вот так:  $\sum_{i=1}^n n^2$ ,  $\prod_{i=1}^n n^2$

В этом случае, чтобы пределы суммирования писались не рядом, а над и под знаком суммирования, нужно добавить

команду `\limits:`  $\sum_{i=1}^n n^2$  (`\sum\limits_{i=1}^n n^2`).

Команда `\nolimits` дает обратную директиву.

То же самое для интегралов:

$$\int f(x)dx$$

$$\oint f(x)dx$$

$$\iint f(x)dx$$

$$\iiint f(x)dx$$

$$\int_0^1 f(x)dx$$

$$\int_0^1 f(x)dx$$

... и произведений:

$$\prod_{i=1}^n i = n!$$

... а также пределов:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x)$$

Важно отметить, что команды рисования двойных и тройных интегралов становятся доступными лишь при подключении пакета `amsmath`, в котором содержится огромное количество математических значков.

Наконец, Т<sub>Э</sub>X автоматически нумерует выключенные формулы. Для этого их необходимо обозначать как окружения:

$$ax^2 + bx + c = 0 \tag{1}$$

$$D = \sqrt{b^2 - 4ac} \tag{2}$$

Формулы можно нумеровать и вручную. Для этого предназначена команда `\eqno`. Эта команда не может быть использована в окружении!

$$x = \frac{-b \pm D}{2a} \tag{*}$$

Ссылки на формулы даются командами `\ref` и `\pageref`. Пример:  
Формула (1) на с. 5

... согласно формуле (2) на с. 5, корень из дискриминанта равен...

И напоследок, горизонтальные фигурные скобки:

$$\underbrace{1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n - 1)}_n = n^2$$

## Оформление текста в формулах

По умолчанию весь текст в формулах пишется курсивом. Чтобы вставить в формулу текстовый комментарий, используется команда `\mbox`:

$$a^n + b^n = c^n \text{ имеет решение в целых числах только для } n = 2$$

Действие команды `\text`, входящей в пакет `amsmath`, может показаться аналогичным, но только на первый взгляд:

$$a^n + b^n = c^n \text{ имеет решение в целых числах только для } n = 2$$

Существенная разница между ними проявляется при попытке написать текст, например, в индексе:

$$a_{\text{центростремительное}} = \frac{v^2}{r} \quad a_{\text{центростремительное}} = \frac{v^2}{r}$$

## Смена шрифта при наборе формул

Чтобы изменить написание символов в формулах, используются специальные команды (для последних двух необходимо подключить пакет `amfonts`):

Жирный шрифт	<code>\mathbf{...}</code>	$P \rightarrow \mathbf{P}$
Прямой шрифт	<code>\mathrm{...}</code>	$H \rightarrow \mathrm{H}$
Равноразмерный шрифт	<code>\mathtt{...}</code>	$M \rightarrow \mathtt{M}$
Шрифт без засечек	<code>\mathsf{...}</code>	$S \rightarrow \mathsf{S}$
Калиграфический шрифт (англ.)	<code>\mathcal{...}</code>	$X \rightarrow \mathcal{X}$
Ажурный шрифт (англ.)	<code>\mathbb{...}</code>	$R \rightarrow \mathbb{R}$
Готический шрифт (англ.)	<code>\mathfrak{...}</code>	$G \rightarrow \mathfrak{G}$

Теперь несколько важных тонкостей. Выравнивание высоты корней в одной строке делается с помощью невидимых символов, называемых «фантомами». В частности, команда `\mathstrut` вставляет пробел нулевой толщины и высотой со скобку.

$$\sqrt{a} + \sqrt{d} \quad \rightarrow \quad \sqrt{a} + \sqrt{d}$$

Чтобы спрятать часть формулы, используется команда `\phantom{...}`. Например, знак радикала выглядит так:  $\sqrt{\phantom{a}}$ . Есть еще команды `\vphantom` и

`\hphantom`, которые занимают место *только* по вертикали или горизонтали соответственно.

Еще одна замечательная команда — это `\lefteqn{...}`. Т<sub>Е</sub>X будет считать, что аргумент этой команды места не занимает и дальнейший текст напечатает с того же места. То есть, с ее помощью можно накладывать символы друг на друга! Например, можно сделать так:

⌘

С помощью такого наложения и фантомов можно делать, например, вот такие вещи:

$$1 + \overbrace{2 + 3 + 4}$$

Отметим, что  $\text{\TeX}$  не всегда правильно оформляет формулы и текст в них — в результате получаются пробелы неправильной длины. Чтобы добиться нужного результата, приходится прибегать к хитростям.

$$\int f(\frac{1}{x})dx$$

$$\int f(\frac{1}{x})\,dx$$

$$\int f(\frac{1}{x})\,dx$$

$$\int f\left(\frac{1}{x}\right)dx$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$f(x_1,\ldots,x_n)$$

$$f(x_1,\,\ldots,\,x_n)$$