

$\text{\LaTeX}$ — математика

Антон Коробейников

Кафедра статистического моделирования
Математико-механический факультет
Санкт-Петербургский государственный университет

26 сентября 2013 г.



Два вида формул:

- Внутритекстовые (строчные)
- Выключные (выносные)

Внутритекстовые:

Let c denote $a + b$.

$\text{\texttt{1}} \text{ Let } \$c\$ \text{ denote } \$a + b\$.$

Выносные:

Let us consider the following

$$2 + 2 = 4$$

$\text{\texttt{1}} \text{ Let us consider the following}$

$\text{\texttt{2}} \text{ } \backslash [$

$\text{\texttt{3}} \quad 2+2 = 4$

$\text{\texttt{4}} \text{ } \backslash]$

Let f be the function $f(x)=x^2$.

This means that $f(2)=4$ and $f(-3)=9$.

Let f be the function $f(x) = x^2$. This means that $f(2) = 4$ and

$$f(-3) = 9.$$

Внутритекстовые формулы — часть предложения.

Для выносных формул можно использовать окружение `displaymath` или `equation`.

L^AT_EX рассматривает несколько пробелов как один (вообще-то — как ни одного):

$$2 + 2 = 4$$
$$2 + 2 = 4$$

₁ $\$2 + 2 = 4\$ \backslash \backslash$

₂ $\$2+2=4\$$

Пробел после запятой — разная вещь в математическом и текстовом режиме. В большинстве случаев запятая должна быть в текстовом режиме!

$$x = a, b, \text{ or } c, d$$

₁ $\$x=a$, b, or $c,d$$

- Пакет `amsmath` — разработка AMS (American Mathematical Society).
- На самом деле это семейство пакетов: `amsmath`, `amsthm`, `amssymb`, `amsfonts`.
- Существенно упрощают набор сложной (и не очень) математики

Всюду далее будем предполагать, что пакет `amsmath` подключен

Окружение equation

- Окружение `equation` — то же самое, что и `displaymath`, но по-умолчанию все формулы нумеруются.
- Если не хочется нумерации: `equation*` (полный аналог `displaymath`).
- Принцип общий: без `*` формулы нумеруются, иначе — нет.

$$a^n + b^n = c^n \quad (1)$$

```
1 \begin{equation}
2   a^{n} + b^{n} = c^{n}
3 \end{equation}
```

$$a + b \quad a - b$$

$$a \times b \quad a \cdot b$$

$$a/b \quad a \div b$$

$$\text{Some } \frac{5+x}{6-y} \text{ fractionals}$$

$$\text{Some } \frac{5+x}{6-y} \text{ fractionals}$$

$$\text{Some } \frac{5+x}{6-y} \text{ fractionals}$$

$$1 \text{ \$} a + b \text{ \$} \text{ \$} a - b \text{ \$} \backslash \backslash$$

$$2 \text{ \$} a \backslash \text{times} b \text{ \$} \text{ \$} a \backslash \text{cdot} b \text{ \$} \backslash \backslash$$

$$3 \text{ \$} a / b \text{ \$} \text{ \$} a \backslash \text{div} b \text{ \$}$$

$$1 \text{ Some } \$\backslash \text{frac}\{5+x\}\{6-y\} \$$$

$$2 \text{ fractionals}$$

$$3$$

$$4 \text{ Some } \$\backslash \text{dfrac}\{5+x\}\{6-y\} \$$$

$$5 \text{ fractionals}$$

$$6$$

$$7 \text{ Some } \$\backslash \text{tfrac}\{5+x\}\{6-y\} \$$$

$$8 \text{ fractionals}$$

- Надстрочные:

$$x^2 \quad x^{x^{10}}$$

`\$x^2\$` `\$x^{\{x^{\{10\}}\}}\$`

- Подстрочные:

$$x_2 \quad x_{x^{10}}$$

`\$x_2\$` `\$x_{\{x^{\{10\}}\}}\$`

- Все вместе:

$$x_2^3 \quad x_{x^{10}}^{12}$$

`\$x^3_2\$` `\$x^{\{12\}}_{\{x^{\{10\}}\}}\$`

Индексы, состоящие из двух и более символов, следует заключать в $\{ \}$

$1, 2, 3, \dots$ $_1 \$1, 2, 3, \backslash\mathrm{ldots}\$$ $1 + 2 + \dots + 146$ $_1 \$1+2+\backslash\mathrm{cdots}+146\$$ $\sqrt{100500}$ $_1 \$\backslash\mathrm{sqrt}\{100500\}\$$ $\sqrt[146]{3.14}$ $_1 \$\backslash\mathrm{sqrt}[146]\{3.14\}\$$

- Греческие буквы

 $\alpha, \beta, \zeta, \xi$

1 $\backslash alpha$, $\backslash beta$,
2 $\backslash zeta$, $\backslash xi$

- Еще буквы

 κ, ϵ, ϕ

1 $\backslash kappa$, $\backslash epsilon$, $\backslash phi$

- Русские греческие буквы

 $\kappa, \epsilon, \varphi$

1 $\backslash varkappa$,
2 $\backslash varepsilon$,
3 $\backslash varphi$

- Заглавные греческие буквы

 $\Delta, \Theta, \Gamma, \Pi$

1 $\backslash Delta$, $\backslash Theta$,
2 $\backslash Gamma$, $\backslash Pi$

- Крышки, шляпки и домики

$$\hat{a}\bar{a}\vec{a}\check{a}$$

1 $\hat{a}$ $\bar{a}$ $\vec{a}$ $\check{a}$
 2 $\tilde{a}$ $\dot{a}$

- Больше, меньше

$$=<>\leq\geq\lesseqgtr\gtrless$$

1 $=$ $<$ $>$ $\leq$ $\geq$
 2 $\lesseqslant$ $\gtrless$

- Не!

$$\neq \nless \nlessless$$

1 $\neq$ $\nless$ $\nlessless$

- Еще символы

$$\infty \emptyset$$

1 ∞ $\varnothing$

`() [] <> || {}`

1 `$ ( ) [ ] \langle \rangle \langle \rangle \rangle`
2 `\| \{ \}`

- Красиво ли выглядит?

$$\left[\frac{\sqrt{((a+b)^2)/c}}{d+e} \right]^{1/3}$$

- Или лучше так?

$$\left[\frac{\sqrt{((a+b)^2)/c}}{d+e} \right]^{1/3}$$

L^AT_EX может сам вычислить уровень скобки и рассчитать ее высоту!

```
\begin{equation*}
  \left[\frac{\sqrt{\left(a + b\right)^2} / c}{d + e}
\right]^{1/3}
\end{equation*}
```

$$\left[\frac{\sqrt{\left(a + b\right)^2} / c}{d + e}\right]^{1/3}$$

Разделители всегда идут парой: левый и правый

Иногда $\LaTeX$ можно обмануть:

$$\left[\frac{1}{5}\right]$$

`\left[\frac{1}{5}\right]`

Или указать размер скобки самостоятельно:

$$(((((($$

`(\big(\Big(\bigg(\Bigg(`

Оператор — нечто типа названия функции в математическом режиме.

Сравним:

$\sin x$

$\sin x$

$\sin x$

$\$ \sin x \$$ $\sin \$x\$$ $\$ \sin x \$$

Еще бывают операторы с пределами. Например $\lim$:

$\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$

$\$ \lim_{x \rightarrow 1} f(x) \$$

$\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$

$\$ [\lim_{x \rightarrow 1} f(x)] \$$

Без пределов:

$\sin$	$\cos$	$\tan$	$\cot$
$\arcsin$	$\arccos$	$\arctan$	$\exp$
$\dim$	$\deg$	$\log$	$\dots$

С пределами:

$\min$	$\max$	$\lim$
$\inf$	$\sup$	$\det$

Высокие операторы

Некоторые операторы меняют свой размер в зависимости от положения в тексте.

Например:

Mean: $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$

$$\text{Mean: } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Mean: $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$

Mean:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Высокие операторы II

Еще операторы:

$$\backslash[L(\backslash\theta) = \backslash\prod_{i=1}^n\{p_{\backslash\theta}(X_{\{i\}})\}\backslash]$$

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n p_{\theta}(X_i)$$

$$\backslash[F(x) = \backslash\int_{-\infty}^x\{p(y)\backslash,dy\}\backslash]$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x p(y) dy$$

Дополнительные операторы

Иногда стандартных операторов мало...

В преамбуле:

```
\DeclareMathOperator{\argmax}{argmax}  
\DeclareMathOperator*{\argmaxt}{argmax}
```

После этого:

```
\[ \hat{\theta}_n = \argmax_{\theta \in \Theta} l(\theta) \]  
\[ \hat{\theta}_n = \argmaxt_{\theta \in \Theta} l(\theta) \]
```

$$\hat{\theta}_n = \operatorname{argmax}_{\theta \in \Theta} l(\theta)$$

$$\hat{\theta}_n = \operatorname{argmaxt}_{\theta \in \Theta} l(\theta)$$

Многострочные формулы: align

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (2)$$

$$a + b = c + 2 \quad (3)$$

```
1 \begin{align}
2 a^2 + b^2 &= c^2 \\
3 a + b &= c + 2 \\
4 \end{align}
```

`&` задает точки выравнивания, а `\\` — переносы строк.

Как и раньше `align*` подавляет формирование номеров

Многострочные формулы: alignat

Окружение `alignat` позволяет формировать формулы в несколько столбцов и контролировать интервал между столбцами.

```
\begin{alignat}{2}
f(x) &= x^2 \quad \& \quad g(x) &= 2x-1 \\
f(2) &= 4 \quad \& \quad g(2) &= 3 \\
\end{alignat}
```

$$f(x) = x^2 \quad g(x) = 2x - 1 \quad (4)$$

$$f(2) = 4 \quad g(2) = 3 \quad (5)$$

Обязательный аргумент — количество столбцов.
Четные `&` — разделители столбцов, нечетные `&` — точки выравнивания.

Многострочные формулы: multiline

Окружение `multiline` прижимает первую строку влево, последнюю право, остальные центрирует (если в `\documentclass` включена опция `fleqn`, то средние строки тоже прижимаются влево)

$$\begin{aligned} S_n &= a_1 + \dots + a_n = \\ &= (a_1 + a_n) + \dots = \\ &= (a_1 + a_n) n/2 \end{aligned}$$

```
1 \begin{multiline*}
2 S_n = a_1 + \dots + a_n = \\
3 = (a_1 + a_n) + \dots = \\
4 = (a_1 + a_n) n/2
5 \end{multiline*}
```

Многострочные формулы: split

Разбиение длинной формулы с выравниванием частей:

$$\begin{aligned} S_n &= a_1 + \dots + a_n = \\ &= (a_1 + a_n) + \dots = \\ &= (a_1 + a_n) n/2 \end{aligned}$$

```
1 \begin{equation*}
2 \begin{split}
3 S_n &= a_1 + \dots + a_n = \\
4 &= (a_1 + a_n) + \dots = \\
5 &= (a_1 + a_n) n/2
6 \end{split}
7 \end{equation*}
```

Команда `\intertext` выводит строку текста между строками формул, не нарушая выравнивания:

```
\begin{align*}
A+B &= B+A; & \qquad A+0 &= A; \\
\intertext{note that}
AB &= BA & \qquad A\cdot 1 &= A;
\end{align*}
```

$$A + B = B + A;$$

$$A + 0 = A;$$

note that

$$AB = BA$$

$$A \cdot 1 = A;$$

$$\begin{matrix} a-2 & b & x+y-z \\ 4 & e+f & 0 \end{matrix}$$

```
1 \[
2 \begin{matrix}
3 a-2 & b & x+y-z \\
4 4 & e+f & 0
5 \end{matrix}
6 \]
```

По умолчанию элементы всех столбцов центрированы. По краям формулы нет никаких разделителей (скобок).

Скобки можно добавить руками:

$$\begin{pmatrix} a & b+c \\ d-e & 2 \end{pmatrix}$$

```
1 \[  
2 \left (  
3 \begin{matrix}  
4 a & b+c \\  
5 d-e & 2  
6 \end{matrix}  
7 \right )  
8 \]
```

И они даже будут правильной величины!

А можно воспользоваться ГОТОВЫМ:

$$\begin{bmatrix} a & b+c \\ d-e & 2 \end{bmatrix}$$

bmatrix

$$\begin{pmatrix} a & b+c \\ d-e & 2 \end{pmatrix}$$

pmatrix

$$\begin{vmatrix} a & b+c \\ d-e & 2 \end{vmatrix}$$

vmatrix

$$\left\| \begin{array}{cc} a & b+c \\ d-e & 2 \end{array} \right\|$$

Vmatrix

$$\left\{ \begin{array}{cc} a & b+c \\ d-e & 2 \end{array} \right\}$$

Bmatrix

Больше чем матрица. Больше контроля над содержимым:

$a + b$	d
e	$f + 2$

```
1 \[
2 \begin{array}{|l|r|} \hline
3 a+b & d \\ \hline
4 e & f+2 \\ \hline
5 \end{array}
6 \]
```

Для набора альтернатив стоит использовать окружение cases:

$$|x| = \begin{cases} -x, & x < 0 \\ x, & x \geq 0 \end{cases}$$

```
1 \[  
2 |x| =  
3 \begin{cases}  
4 -x, & x < 0 \\  
5 x, & x \geq 0 \\  
6 \end{cases}  
7 \]
```

На самом деле это такая специальная матрица!

В математическом режиме используется 4 размера шрифта:

- 1 `\displaystyle` для выносных формул
- 2 `\textstyle` для внутритекстовых формул
- 3 `\scriptstyle` для индексов
- 4 `\scriptscriptstyle` для подиндексов

С помощью этих команд можно увеличить размер шрифта для формул внутри абзаца, или заставить индексы выглядеть как базовые символы.

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

```

1 \begin{equation*}
2 \frac{1}{1+
3 \frac{1}{1+
4 \frac{1}{1+
5 \frac{1}{2}}}}
6 \end{equation*}

```

vs

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

```

1 \begin{equation*}
2 \frac{1}{\displaystyle 1+
3 \frac{1}{\displaystyle 1+
4 \frac{1}{\displaystyle 1+
5 \frac{\displaystyle 1}{
6 \displaystyle 2}}}}
7 \end{equation*}

```

$italic + 2^{3\alpha} + \phi$
 roman + $2^{3\alpha} + \phi$
bold + $2^{3\alpha} + \phi$
bold + $2^{3\alpha}$
 sans serif + $2^{3\alpha}$
 typewriter + $2^{3\alpha}$
UPPERCASE ONLY
 ABCDEFGHIJ abcdefghij
 $\mathbb{R}, \mathbb{N}, \mathbb{Q}, \dots$
 $\mathbb{R}, \mathbb{N}, \mathbb{Q}, \dots$
A B C D E F G H I

1 $\mathit{italic + 2^{\{3\alpha\}} + \phi}$
 2 $\mathrm{roman + 2^{\{3\alpha\}} + \phi}$
 3 $\mathbf{bold + 2^{\{3\alpha\}} + \phi}$
 4 $\mathbf{bold + 2^{\{3\alpha\}}}$
 5 $\mathsf{sans\ serif + 2^{\{3\alpha\}}}$
 6 $\mathtt{typewriter + 2^{\{3\alpha\}}}$
 7 $\mathcal{UPPERCASE\ ONLY}$
 8 $\mathfrak{ABCDEFGHIJ}$
 9 $\mathfrak{abcdefghij}$
 10 $\mathbb{R, N, Q, \ldots}$
 11 $\mathcal{R, N, Q, \ldots}$
 12 $\mathscr{ABCDEFGHI}$

Необходимо окружение `dsfont` для `mathds`

Необходимо окружение `mathrsfs` для `mathscr`

Набор формул над и под строками

$$\$\underbrace{x_1 + x_2}_{7} + \cdots + \overbrace{x_{n-1} + x_n}^7\$$$

$$\$\underline{x_1 + x_2} + \cdots + \overline{x_{n-1} + x_n}\$$$

$$\underbrace{x_1 + x_2}_7 + \cdots + \overbrace{x_{n-1} + x_n}^7$$
$$\underline{x_1 + x_2} + \cdots + \overline{x_{n-1} + x_n}$$

$$\$\stackrel{a}{\sim} \vec{x} \stackrel{\text{def}}{=} (x_1, \dots, x_n)\$$$

$$\$\vec{x} \stackrel{\text{def}}{=} (x_1, \dots, x_n)\$$$

$$\stackrel{a}{\sim} \vec{x} \stackrel{\text{def}}{=} (x_1, \dots, x_n)$$

$$\mathcal{F}(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2\pi i x \xi} dx, \quad \forall \xi \in \mathbb{R}$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}, \quad -\infty < x < \infty$$

Иногда хочется ввести новые команды для набора повторяющихся элементов.

Для этого можно использовать `\newcommand` в преамбуле:

```
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
```

Let y be a $\mathbb{R}^n$ vector and X be a $\mathbb{R}^{n \times m}$ matrix.

Let y be a $\mathbb{R}^n$ vector and X be a $\mathbb{R}^{n \times m}$ matrix.

Стандартная проблема с выбором режима:

`\newcommand{\R}{\mathds{R}}` или

`\newcommand{\R}{$\mathds{R}$}` ?

Решение: `\ensuremath`. В преамбуле:

`\newcommand{\R}{\ensuremath{\mathds{R}}}`

Аргумент `\ensuremath` *всегда* набирается в математическом режиме, не зависимо от текущего.

Let y be a $\mathbb{R}^n$ vector and X be a $\mathbb{R}^{n \times m}$ matrix and $\mathbb{R}$ in text mode.

Let y be a $\mathbb{R}^n$ vector and X be a $\mathbb{R}^{n \times m}$ matrix and $\mathbb{R}$ in text mode.

Команды можно еще и переопределять:

```
\renewcommand{\kappa}{\varkappa}  
\renewcommand{\epsilon}{\varepsilon}  
\renewcommand{\phi}{\varphi}  
\renewcommand{\le}{\leqslant}  
\renewcommand{\ge}{\geqslant}
```

Можно создавать свои собственные окружения-теоремы. В преамбуле:

```
\newtheorem{theorem}{Теорема}
```

После этого можно использовать нововведенное окружение `theorem`:

```
\begin{theorem}
```

Гомоморфный образ группы изоморфен фактор-группе
по ядру гомоморфизма

```
\end{theorem}
```

Теорема

Гомоморфный образ группы изоморфен фактор-группе по ядру гомоморфизма

Теоремам можно давать имена:

```
\begin{theorem}[0 гомоморфизме]
```

Гомоморфный образ группы изоморфен фактор-группе
по ядру гомоморфизма

```
\end{theorem}
```

Теорема (0 гомоморфизме)

*Гомоморфный образ группы изоморфен фактор-группе по ядру
гомоморфизма*

И доказательства!

```
\begin{proof}
```

Здесь доказательство из конспекта по алгебре.

```
\end{proof}
```

Доказательство.

Здесь доказательство из конспекта по алгебре.



Списки символов:

http://www.artofproblemsolving.com/LaTeX/AoPS_L_GuideSym.php

<http://www.ctan.org/tex-archive/info/symbols/comprehensive/symbols-a4.pdf>

И не только... <http://detexify.kirelabs.org/classify.html>

Detexify² - LaTeX symbol classifier

[classify](#) [symbols](#) [blog](#)

Draw here!

Did this help? Hosting Detexify costs money and if it helps you may consider helping to pay the hosting bill. [DONATE](#) [help us](#)

Σ	Score: 0.0845933873981838 <code>\Sigma</code> mathmode
$\supset$	Score: 0.103385721734113 <code>\usepackage{ amasymp }</code> <code>\Supset</code> mathmode
$\sum$	Score: 0.111008098073631 <code>\sum</code> mathmode
ϵ	Score: 0.114708690567636 <code>\usepackage{ tliga }</code> <code>\textepsilon</code> textmode
ε	Score: 0.143984951257041 <code>\varepsilon</code> mathmode

The symbol is not in the list? [Select from the complete list](#)

[up ↑](#)

What is this?
Anyone who works with LaTeX knows how time-consuming it can be to find a symbol in [symbols-a4.pdf](#) that you just can't memorize. Detexify is an attempt to simplify this search.

How do I use it?
Just draw the symbol you are looking for into the square area above and look what happens!

My symbol isn't found!
The symbol may not be trained enough or it is not yet in the list of supported symbols. In the first case you can do the training yourself. In the second case just drop me a line (dan@kirelabs.org) (I don't really find the time to actively maintain this version of Detexify but I am working on a version that is much easier to maintain and has other benefits.)