

Примеры набора математики в \LaTeX

Тони Робертс*

20 марта 2017 г.

Содержание

| | | |
|---|--------------------|---|
| 1 | Разделители | 1 |
| 2 | Пробелы | 1 |
| 3 | Матрицы | 2 |
| 4 | Массивы уравнений | 2 |
| 5 | Функции | 3 |
| 6 | Акценты | 3 |
| 7 | Определение команд | 3 |
| 8 | Теоремы и пр. | 4 |

1 Разделители

Посмотрите, как в примерах автоматически подбирается размер разделителей:

$$(a + b) \left[1 - \frac{b}{a + b} \right] = a,$$

$$\sqrt{|xy|} \leq \left| \frac{x + y}{2} \right|,$$

и даже в том случае, когда парного разделителя нет

$$\int_a^b u \frac{d^2v}{dx^2} dx = u \frac{dv}{dx} \Big|_a^b - \int_a^b \frac{du}{dx} \frac{dv}{dx} dx.$$

2 Пробелы

Выражения для дифференциалов часто имеет смысл отделить тонкими пробелами от предыдущего текста:

$$\iint xy^2 dx dy = \frac{1}{6} x^2 y^3,$$

*Оригинал этого документа можно найти по ссылке <https://www.maths.adelaide.edu.au/anthony.roberts/LaTeX/Src/math.tex>

а задачи с векторами часто приводят к подобным выражениям:

$$u = \frac{-y}{x^2 + y^2}, \quad v = \frac{x}{x^2 + y^2}, \quad \text{and} \quad w = 0.$$

Так как пробелы после запятой в математическом режиме по умолчанию не разрываются, то иногда разрывы строк в выражениях, подобных следующему списку первых восемнадцати простых чисел, получаются совершенно ужасными 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61. В таких случаях вы, вероятно, захотите включить `\mathcode`\,="213В` внутри формулы, чтобы разрешить списку разрываться автоматически: 2 , 3 , 5 , 7 , 11 , 13 , 17 , 19 , 23 , 29 , 31 , 37 , 41 , 43 , 47 , 53 , 59 , 61. Однако стоит отметить, что при этом пробелы становятся другими (да и сами запятые берутся из другого шрифта).

3 Матрицы

Матрицы и массивы в математических формулах набираются с помощью нескольких матричных окружений.

$$\begin{bmatrix} 1 & x & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + xy \\ y - 1 \end{bmatrix}.$$

Выбор из нескольких альтернатив получается с использованием *cases*¹:

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

Во многих случаях при наборе матриц приходится использовать различные многоточия, как в

$$\begin{array}{cccccc} -2 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 \end{array}$$

4 Массивы уравнений

При описании потока пленки жидкости получаются следующие уравнения:

$$u_\alpha = \epsilon^2 \kappa_{xxx} \left(y - \frac{1}{2} y^2 \right), \tag{1}$$

$$v = \epsilon^3 \kappa_{xxx} y, \tag{2}$$

$$p = \epsilon \kappa_{xx}. \tag{3}$$

Или по-другому, ротор векторного поля (u, v, w) может быть записана системой уравнений с одним номером:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \\ \omega_2 &= \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}, \\ \omega_3 &= \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}. \end{aligned} \tag{4}$$

¹Фигурные скобки в шрифте Libertinus Math выглядят не очень удачно, поэтому пришлось их взять из TeX Gyre Pagella Math.

А вывод какого-нибудь уравнения может выглядеть так:

$$\begin{aligned}(p \wedge q) \vee (p \wedge \neg q) &= p \wedge (q \vee \neg q) \quad \text{по свойству дистрибутивности} \\ &= p \wedge T \quad \text{по закону исключённого третьего} \\ &= p \quad \text{по определению}\end{aligned}$$

5 Функции

Как можно заметить, тригонометрические и другие элементарные функции выглядят соответствующим образом, более того, если в качестве аргумента выступает отдельная буква, автоматически перед ней добавляется тонкий пробел:

$$\exp(i\theta) = \cos \theta + i \sin \theta, \quad \sinh(\log x) = \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{x} \right).$$

Нижние и верхние индексы размещаются правильным образом для символов, более сложных функций и выражений

$$\lim_{q \rightarrow \infty} \|f(x)\|_q = \max_x |f(x)|,$$

а также для больших операторов, таких как интегралы и

$$\begin{aligned}e^x &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}, \quad \text{где } n! = \prod_{i=1}^n i, \\ \overline{U}_\alpha &= \bigcap_\alpha U_\alpha.\end{aligned}$$

В математических формулах в строке индексы не размещаются сверху и снизу, чтобы сэкономить вертикальное пространство, например $1/(1-x) = \sum_{n=0}^{\infty} x^n$.

6 Акценты

Математические акценты устроены как короткие команды с одним аргументом, например

$$\tilde{f}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx,$$

или

$$\dot{\omega} = \vec{r} \times \vec{I}.$$

7 Определение команд

Функцию Эйри, $\text{Ai}(x)$, можно (неправильно) определить с помощью следующего интеграла:

$$\text{Ai}(x) = \int \exp(s^3 + isx) ds.$$

Это векторное равенство прекрасно подходит для иллюстрации двух команд, определённых выше:

$$\nabla \times \mathbf{q} = \mathbf{i} \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \mathbf{j} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \mathbf{k} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right).$$

8 Теоремы и пр.

Определение 1 (прямоугольные треугольники). *Прямоугольным треугольником* называется треугольник, чьи стороны с длинами a , b и c при какой-нибудь перестановке сторон удовлетворяют уравнению $a^2 + b^2 = c^2$.

Лемма 2. *Треугольник со сторонами длины 3, 4 и 5 прямоугольный.*

Эта лемма следует из определения 1, так как $3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25 = 5^2$.

Теорема 3 (пифагоровы тройки). *Треугольники со сторонами длины $a = p^2 - q^2$, $b = 2pq$ и $c = p^2 + q^2$ являются прямоугольными треугольниками.*

Доказательство теоремы 3 следует из цепочки равенств $a^2 + b^2 = (p^2 - q^2)^2 + (2pq)^2 = p^4 - 2p^2q^2 + q^4 + 4p^2q^2 = p^4 + 2p^2q^2 + q^4 = (p^2 + q^2)^2 = c^2$.