

Лекция 5. Многострочные формулы

Блок выравнивания gathered

AMSTeX предоставляет для выравнивания окружения, более удобные, чем array. Простейшие из них — gathered и aligned.

Блок gathered центрирует все строки независимо друг от друга. Например,

```
$$
\begin{gathered}
S=a+b, \\
|a| \leqslant 1
\end{gathered}
$$
```

дает

$$\begin{aligned} S &= a + b, \\ |a| &\leqslant 1 \end{aligned}$$

Блок выравнивания gathered (продолжение)

Заметим, что код

```
$$
S=a+b,
$$
$$
|a| \leqslant 1
$$
```

тоже центрует формулы, но интервал между формулами получается слишком большой:

$$\begin{aligned} S &= a + b, \\ |a| &\leqslant 1 \end{aligned}$$

Блок выравнивания aligned

Блок aligned выполняет выравнивание формул по вертикали. Чаще всего формулы выравнивают по знакам бинарных операций. Знак выравнивания — &. В отличие от array пробелы и межстрочные интервалы получаются гораздо лучше. Например,

```
$$
\begin{aligned}
x' &= y, \\
y' &= -\alpha x - k \sin x.
\end{aligned}
$$
```

дает

$$\begin{aligned} x' &= y, \\ y' &= -\alpha x - k \sin x. \end{aligned}$$

Блок выравнивания aligned (продолжение)

Код

```
\begin{aligned}
\frac{dx}{dt} &= y, \\
\frac{dy}{dt} &= -\alpha x - k \sin x.
\end{aligned}
```

дает

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= y, \\ \frac{dy}{dt} &= -\alpha x - k \sin x. \end{aligned}$$

(хороший межстрочный интервал).

Блок выравнивания aligned (продолжение)

Более сложный пример, когда выравниваний несколько:

```
$$
\begin{aligned}
J_{11} &= 0, \quad \quad \quad J_{12} = -I_n, \\
J_{21} &= I_n, \quad \quad J_{22} = 0.
\end{aligned}
$$
```

дает

$$\begin{aligned} J_{11} &= 0, & J_{12} &= -I_n, \\ J_{21} &= I_n, & J_{22} &= 0. \end{aligned}$$

(выравнивание по знакам равенства).

Нумерация выключных формул

Нумеровать выключные формулы можно двумя принципиально разными способами: путем непосредственного присваивания тегов и с помощью счетчиков.

Непосредственное присваивание тегов. В этом случае справа или слева от формулы появляется тег, который вы укажете. В стандартном LaTeX'e для этого используют две команды: `\eqno текст` (тег — справа) или `\leqno текст` (тег — слева).

Нумерация с помощью тегов. Пример

Набираем:

```
$$
y(x)=kx+b \quad \quad \quad \eqno(1.3)
$$
$
y(x)=kx+b \quad \quad \quad \leqno(\mbox{A.1})
$
```

Получаем:

$$y(x) = kx + b \quad (1.3)$$

$$(A.1) \quad y(x) = kx + b$$

(\mbox используем, чтобы буква A была набрана прямым шрифтом, а не математическим курсивом)

Нумерация с помощью тегов. Пример

Набираем:

```
$$
y(x)=kx+b          \eqno ***
$$
```

Получаем:

$$y(x) = kx + b \quad * * *$$

Нумерация с помощью тегов. AMSLaTeX

В AMSTeX'e вместо \eqno используют близкие по смыслу команды \tag и \tag* (с окружениями equation или equation*:

```
y(x)=kx+b          \tag{1.3}
y(x)=kx+b          \tag*{1.3}
```

$$y(x) = kx + b \quad (1.3)$$

$$y(x) = kx + b \quad 1.3$$

Для нумерации слева пакет amsmath подключается с опцией

```
\usepackage[leqno]{amsmath}
```

Нумерация с помощью счетчиков

В LaTeXе можно использовать специальные внутренние переменные целого типа, которые называются счетчиком. Счетчики бывают стандартные и пользовательские.

Стандартные создаются в файле стиля, пользовательские — самим программистом.

С каждым типом разделов документа связывается свой счетчик. Могут быть счетчики с именами: chapter — глава, section — параграф, subsection, subsubsection и пр. В этих счетчиках посчитываются номера глав, параграфов и пр. Часто заводят счетчики для номеров теорем, лемм и пр.

С выключной формулой можно связать счетчик equation. С переходом к новой формуле этот счетчик автоматически увеличивается на единицу.

Нумерация с помощью счетчиков (продолжение)

Между счетчиками можно установить отношение подчиненности. Например в стилях book и report, с началом новой главы счетчики параграфов и уравнений обычно скидываются в ноль. Говорят, что эти счетчики подчинены счетчику глав. Графически это отражается двойной или тройной нумерацией. Например, формула (3.10) — десятая формула третьей главы.

В начале файла или главы счетчик equation автоматически устанавливается в ноль. В стиле article счетчик equation не подчинен другим счетчикам.

На значение счетчика можно ссылаться. Для этого командой `\label` с объектом ссылки связывают метку. Чтобы получить значение счетчика, к этой метке нужно обратиться с помощью команды `\ref`.

Нумерация с помощью счетчиков (продолжение)

Наиболее простой способ связать с формулой счетчик — использовать окружение equation.

Пишем:

```
\begin{equation}          \label{eq1}
E=mc^2
\end{equation}
Как следует из уравнения~(\ref{eq1}) \ldots
```

Получаем:

$$E = mc^2 \tag{1}$$

Как следует из уравнения (1) ...

Нумерация с помощью счетчиков (продолжение)

Замечание

Для того, чтобы в тексте появилась ссылка на счетчик, файл нужно оттранслировать два раза: в первый раз значения меток заносятся во вспомогательный файл с расширением `.aux` и только во второй раз используются.

Команда eqref

Если подключить пакет `amsmath`, то можно использовать команду `\eqref{}`. Она работает так же как `\ref`, но с двумя отличиями:

- Автоматически добавляет круглые скобки вокруг ссылки.
- Число в скобках всегда набирается прямым шрифтом.

Обычно вместо `(\ref{...})` используют `\eqref{...}`.

Отключение счетчиков

Если нумеровать формулу не нужно, можно использовать окружение

```
\begin{equation*}
.....
\end{equation*}
```

Оно напоминает команды

\$\$

.....

\$\$

но полной аналогии тут нет. Некоторые команды AMSTeXa работают в окружении `equation*`, но не работают в обычных выключных формулах (например, окружение `split`).

Многострочные формулы и системы формул

Если формула слишком длинная и не умещается на одной строке, ее нужно расцепить на несколько строк. Многострочные формулы обычно выравнивают. Русский и английский набор отличаются.

Например, «по-русски»:

$$\begin{aligned} S &= a + b + c = \\ &= d + e + f + \\ &\quad + g + h + i. \end{aligned}$$

«По-английски»:

$$\begin{aligned} S &= a + b + c \\ &= d + e + f \\ &\quad + g + h + i. \end{aligned}$$

Многострочные формулы и системы формул (продолжение)

Для разбиения и выравнивания можно использовать окружение стандартного LaTeX'a `eqnarray`, а также окружения AMSTeX'a `gather`, `multline`, `split`, `align`, `flalign`, `alignat`.

Все окружения имеют два варианта — со звездочкой и без. В варианте со звездочкой формулы не нумеруются, без звездочки — используется счетчик `equation`.

Окружение `eqnarray`

Окружение `eqnarray` выполняет выравнивание по трем столбцам с правилом `rcl` с нумерацией формул. Обычно выравнивают по знаку бинарной операции с указанием конструкции типа `&=`. В отличие от блока выравнивания `array`, здесь не нужно отдельно входить в математический режим. Например, если счетчик `equation=1`, то:

```
\begin{eqnarray}
x' &=& y, \\
y' &=& -\alpha x - k \sin x
\end{eqnarray}
```

дает

$$x' = y, \tag{2}$$

$$y' = -\alpha x - k \sin x \tag{3}$$

Окружение `eqnarray` (продолжение)

К недостаткам окружения относятся слишком большие пробелы вокруг знака операции (их приходится корректировать с помощью `\!`).

Если какую-либо из формул нумеровать не нужно, ее помечают тегом `\nonumber`. Например:

```
\begin{eqnarray}
x' &=& y, \quad \nonumber\\
y' &=& -\alpha x - k \sin x \\
\end{eqnarray}
```

дает

$$\begin{aligned} x' &= y, \\ y' &= -\alpha x - k \sin x \end{aligned} \quad (4)$$

Если вообще все формулы не нужно нумеровать, используют окружение `eqnarray*`.

Окружение `gather`

Окружение `gather` выравнивает все формулы по центру строки независимо друг от друга и нумерует их. Лишние номера можно убрать командой `\nonumber`. Например:

```
\begin{gather}
x' = y, \quad \\
y' = -\alpha x - k \sin x \\
\end{gather}
```

дает

$$x' = y, \quad (5)$$

$$y' = -\alpha x - k \sin x \quad (6)$$

При профессиональном наборе такой способ выравнивания используется очень редко.

Окружение `multline`

Первая строка сдвигается влево, последняя — вправо, а средние строки центруются. Например:

```
\begin{multline}
S=a_1+\ldots+a_n+\\
\{+a_{n+1}+\ldots+a_{2n}+\}\\
\{+a_{2n+1}+\ldots+a_{3n}\\
\end{multline}
```

дает

$$\begin{aligned} S = a_1 + \dots + a_n + \\ + a_{n+1} + \dots + a_{2n} + \\ + a_{2n+1} + \dots + a_{3n} \end{aligned} \quad (7)$$

Для того, чтобы такая формула красиво смотрелась, все строки должны быть достаточно длинными.

Окружение `multline` (продолжение)

Величину отступа слева можно регулировать командой `\multlinegap`.
Например:

```
\multlinegap=30mm
\begin{multline}
S=a_1+\ldots+a_n+\{\\
\}+a_{n+1}+\ldots+a_{2n}+\{\\
\}+a_{2n+1}+\ldots+a_{3n}
\end{multline}
```

дает

$$S = a_1 + \dots + a_n + \\ + a_{n+1} + \dots + a_{2n} + \\ + a_{2n+1} + \dots + a_{3n} \quad (8)$$

Расщепление с выравниванием: окружение `split`

Окружение `split` выравнивает расщепленную формулу по точке, указанной символом `&`. В каждой строке может быть только одна точка выравнивания.

Окружение `split` используется не самостоятельно, а внутри других окружений. Поэтому `split` само не нумерует формулы. Кроме того, `split` нельзя использовать внутри ограничителей

```
$$
.....
$$
```

Если нумеровать формулу не нужно, можно использовать окружение

```
\begin{equation*}
.....
\end{equation*}
```

Окружение `split` (продолжение)

Например

```
\begin{equation*}
\begin{split}
S \&= a_1+\ldots+a_n+\{\\
\\
& \quad +b_1+\ldots+b_n
\end{split}
\end{equation*}
```

дает

$$S = a_1 + \dots + a_n + \\ + b_1 + \dots + b_n$$

Окружение align

Окружение align позволяет выровнять многострочную формулу по нескольким столбцам, обычно относительно знаков бинарных операций. Строки формулы могут быть пронумерованы.

Пример.

```
\begin{align}
I_{11}&=1 & I_{12}&=0 \\
\\
I_{21}&=0 & I_{22}&=1 \\
\end{align}
```

дает

$$I_{11} = 1 \qquad I_{12} = 0 \qquad (9)$$

$$I_{21} = 0 \qquad I_{22} = 1 \qquad (10)$$

Окружение align (продолжение)

Если нужно сопоставить номера не отдельным, а нескольким строкам, вместо align используем уже знакомый блок aligned.

Пример.

```
\begin{equation}
\begin{aligned}
I_{11}&=1 \quad \quad \quad & I_{12}&=0 \\
\\
I_{21}&=0 & I_{22}&=1 \\
\end{aligned}
\end{equation}
```

дает

$$\begin{array}{ll} I_{11} = 1 & I_{12} = 0 \\ I_{21} = 0 & I_{22} = 1 \end{array} \qquad (11)$$

Окружение falign

Окружение falign работает так же, но прижимает столбцы к полям листа, что обычно не слишком красиво.

Пример.

```
\begin{falign}
I_{11}&=1 & I_{12}&=0 \\
\\
I_{21}&=0 & I_{22}&=1 \\
\end{falign}
```

дает

$$I_{11} = 1 \qquad I_{12} = 0 \quad (12)$$

$$I_{21} = 0 \qquad I_{22} = 1 \quad (13)$$

Окружение alignat

Окружение alignat аналогично align, но позволяет регулировать расстояние между столбцами. Оно имеет дополнительный параметр — число столбцов (указывается в фигурных скобках).

Пример.

```
\begin{alignat}{2}
I_{11}&=1\quad & I_{12}&=0 \\
I_{21}&=0 & I_{22}&=1 \\
\end{alignat}
```

дает

$$I_{11} = 1 \qquad I_{12} = 0 \qquad (14)$$

$$I_{21} = 0 \qquad I_{22} = 1 \qquad (15)$$