

Лабораторная работа №3: Набор математических формул в \LaTeX Computer Skills for Scientific Writing

Николаев Дмитрий Иванович, НПМмд-02-24

9 октября 2025 г.

Содержание

1	Цель работы	3
2	Теоретическое введение	3
3	Выполнение лабораторной работы	3
3.1	Часть 1: Основы математических режимов	3
3.2	Часть 2: Расширенные возможности с пакетом amsmath	5
3.3	Часть 3: Стили шрифтов в формулах	6
3.4	Часть 4: Многострочные формулы	7
3.5	Часть 5: Полу жирное начертание	9
3.6	Часть 6: Возможности пакета mathtools	10
3.7	Часть 7: Специализированные символы и ссылки	11
4	Итоговый результат	12
5	Выводы	15

Список иллюстраций

1	Результат компиляции первой части работы	5
2	Система уравнений и матрицы, свёрстанные с помощью amsmath	6
3	Разница в отображении различных шрифтов	7
4	Различные окружения для многострочных формул	9
5	Сравнение разных полужирных начертаний в формулах и выравнивание в матрице	11
6	Проверка различных специальных символов и начертаний из unicode-math	12
7	Проверка вложенности различных шрифтов	12
8	Итоговый результат 1	14
9	Итоговый результат 2	15

Список листингов

1	Код для базовых математических режимов	4
2	Код с использованием окружений из amsmath	6
3	Примеры использования стилей математических шрифтов	7
4	Окружения для работы с многострочными формулами	8
5	Сравнение способов получения полужирного начертания	10
6	Выравнивание колонок в матрице с помощью mathtools	10
7	Специальные символы и перекрёстные ссылки	11
8	Полный исходный код файла lab3.tex	13

1. Цель работы

Целью данной работы является освоение базовых и расширенных средств \LaTeX для набора математических формул. В ходе работы необходимо научиться использовать различные математические режимы, верстать одиночные и многострочные уравнения, применять выравнивание, создавать матрицы и использовать специализированные стили шрифтов для математических символов.

2. Теоретическое введение

Набор математических формул является одной из сильнейших сторон системы верстки \LaTeX . В отличие от текстовых процессоров с визуальным редактированием, \LaTeX позволяет логически описывать структуру формул, а система сама заботится об их корректном и эстетичном отображении. Основные инструменты для работы с математикой описаны в пособии [1].

Работа с математикой в \LaTeX строится на двух основных режимах:

1. **Внутристрочный (inline mode):** для коротких формул, являющихся частью текста. Активируется символами $\$ \dots \$$.
2. **Выключной (display mode):** для крупных формул, которые выносятся на отдельную строку и центрируются. Активируется конструкцией $\backslash [\dots \backslash]$ или $\$ \$ \dots \$ \$$ или специализированными окружениями, такими как `equation` для нумерованных формул.

Для работы со сложными структурами, такими как системы уравнений или матрицы, используется пакет `amsmath`, который значительно расширяет стандартные возможности \LaTeX .

3. Выполнение лабораторной работы

3.1. Часть 1: Основы математических режимов

На первом этапе была создана базовая структура документа `lab3.tex` и добавлены примеры формул во внутристрочном и выключном режимах.

Вставка формул. Были добавлены внутристрочные формулы, выключная формула (интеграл) и его нумерованный аналог. Код для этой части представлен в Листинг 1.

Компиляция. Документ был скомпилирован командой `pdflatex lab3.tex`. Результат показан на Рис. 1: внутристрочные формулы корректно вписаны в текст, выключная

Листинг 1: Код для базовых математических режимов

```

1 A sentence with inline mathematics:  $(y = mx + c)$ .
2
3 A second sentence with inline mathematics:
4  $5^2=3^2+4^2$ .
5
6 A second paragraph containing display math.
7 \[
8 
$$y = mx + c$$

9 \]
10 See how the paragraph continues after the display.
11
12 Superscripts  $a^b$  and subscripts  $a_b$ .
13
14 Some mathematics:  $y = 2 \sin^2 \theta^2$ .
15
16 A paragraph about a larger equation
17 \[
18 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \, dx
19 \]
20
21 A paragraph about a larger equation (with new operator definition)
22 \[
23 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \, \text{diff } x
24 \]
25
26 A paragraph about a larger equation
27 \begin{equation}
28 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \, \text{diff } x
29 \end{equation}

```

формула отцентрирована без номера, а формула в окружении `equation` получила автоматический номер.

A sentence with inline mathematics: $y = mx + c$.
A second sentence with inline mathematics: $5^2 = 3^2 + 4^2$.
A second paragraph containing display math.

$$y = mx + c$$

See how the paragraph continues after the display.
Superscripts a^b and subscripts a_b .
Some mathematics: $y = 2 \sin^2 \theta^2$.
A paragraph about a larger equation

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx$$

A paragraph about a larger equation (with new operator definition)

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx$$

A paragraph about a larger equation

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx \tag{1}$$

Рис. 1: Результат компиляции первой части работы

3.2. Часть 2: Расширенные возможности с пакетом `amsmath`

В преамбулу документа был добавлен пакет `amsmath`. С его помощью были свёрстаны система рекуррентных соотношений и несколько матриц.

Использование `align*` и матриц. Окружение `align*` позволило выровнять уравнения по знаку равенства с помощью символа `&`. Окружения `matrix`, `pmatrix` и `bmatrix` были использованы для создания матриц без скобок, в круглых и квадратных скобках соответственно. Итоговый код показан в Листинг 2.

Результат компиляции этой части приведён на Рис. 2.

Листинг 2: Код с использованием окружений из amsmath

```

1 Solve the following recurrence for $ n,k\geq 0 $:
2 \begin{align*}
3 Q_{n,0} &= 1 \quad Q_{0,k} = [k=0]; \quad \\
4 Q_{n,k} &= Q_{n-1,k} + Q_{n-1,k-1} + \binom{n}{k}, \\
5 \quad \text{for } n, k > 0. \\
6 \end{align*}
7
8 AMS matrices.
9 \[
10 \begin{matrix} a & b & c \\ d & e & f \end{matrix} \\
11 \quad \quad \quad \\
12 \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix} \\
13 \quad \quad \quad \\
14 \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix} \\
15 \quad \quad \quad \\
16 \end{matrix} \\
17 \end{matrix} \\
18 \quad \quad \quad \\
19 \end{matrix} \\
20 \quad \quad \quad \\
21 \end{matrix} \\
22 \quad \quad \quad \\
23 \end{matrix} \\
24 \]

```

Solve the following recurrence for $n, k \geq 0$:

$$Q_{n,0} = 1 \quad Q_{0,k} = [k = 0];$$

$$Q_{n,k} = Q_{n-1,k} + Q_{n-1,k-1} + \binom{n}{k}, \quad \text{for } n, k > 0.$$

AMS matrices.

$$\begin{matrix} a & b & c \\ d & e & f \end{matrix} \quad \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix} \quad \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix}$$

Рис. 2: Система уравнений и матрицы, свёрстанные с помощью amsmath

3.3. Часть 3: Стили шрифтов в формулах

Были рассмотрены команды для изменения стиля шрифта внутри математического режима, такие как `\mathbf` для полужирного, `\mathit` для курсива и `\mathrm` для прямого начертания (Листинг 3 и Рис. 3).

Листинг 3: Примеры использования стилей математических шрифтов

```
1 The matrix  $\mathbf{M}$  (for comparison  $M$ ).  
2  
3  $\text{bad use } size \neq \text{mathit{size}} \neq \mathrm{size}$   $\neq$   
4  
5  $\text{bad use } size \neq \text{mathit{size}} \neq \mathrm{size}$   $\neq$ 
```

The matrix **M** (for comparison *M*).
bad use size ≠ size ≠ size
bad use size ≠ size ≠ size

Рис. 3: Разница в отображении различных шрифтов

3.4. Часть 4: Многострочные формулы

Для вёрстки сложных многострочных конструкций были применены окружения `gather` (для группировки формул без выравнивания), `multline*` (для разбиения одной длинной формулы) и `align*` (для создания нескольких колонок с выровненными уравнениями). Код приведёт в Листинг 4, а результат представлен на Рис. 4

Листинг 4: Окружения для работы с многострочными формулами

```

1 Gather
2 \begin{gather}
3 P(x)=ax^{\{5\}}+bx^{\{4\}}+cx^{\{3\}}+dx^{\{2\}}+ex +f\\
4 x^2+x=10
5 \end{gather}
6 Multline
7 \begin{multline}_*
8 (a+b+c+d)x^{\{5\}}+(b+c+d+e)x^{\{4\}} + \\
9 +(c+d+e+f)x^{\{3\}}+(d+e+f+a)x^{\{2\}}+(e+f+a+b)x + \\
10 + (f+a+b+c)
11 \end{multline}_*
12
13 Aligned equations
14 \begin{align}_*
15 a \&= b+1 \& c \&= d+2 \& e \&= f+3 \\
16 r \&= s^{\{2\}} \& t \&= u^{\{3\}} \& v \&= w^{\{4\}}
17 \end{align}_*
18
19 \begin{itemize}
20 \item
21 $\begin{aligned}[t]
22 a\&=b\\
23 c\&=d
24 \end{aligned}$
25 \item
26 $\begin{aligned}
27 a\&=b\\
28 c\&=d
29 \end{aligned}$
30 \end{itemize}

```


Gather

$$P(x) = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f \quad (2)$$

$$x^2 + x = 10 \quad (3)$$

Multline

$$\begin{aligned} &(a + b + c + d)x^5 + (b + c + d + e)x^4 + \\ &\quad + (c + d + e + f)x^3 + (d + e + f + a)x^2 + (e + f + a + b)x + \\ &\quad + (f + a + b + c) \end{aligned}$$

1



Aligned equations

$$a = b + 1$$

$$r = s^2$$

$$c = d + 2$$

$$t = u^3$$

$$e = f + 3$$

$$v = w^4$$

- $a = b$

$$c = d$$

- $a = b$

$$c = d$$

Рис. 4: Различные окружения для многострочных формул

3.5. Часть 5: Полужирное начертание

Было проведено сравнение различных способов получения полужирного начертания: команды `\boldmath`, негибкой команды `\mathbf` и наиболее универсальной коман-

ды `\bm` из одноимённого пакета (Листинг 5 и Рис. 5).

Листинг 5: Сравнение способов получения полужирного начертания

```

1 Some "bold" math
2 $(x+y)(x-y)=x^2-y^2$
3
4 {\boldmath $(x+y)(x-y)=x^2-y^2$ $\quad \quad \pi r^2$}
5
6 $(x+\mathbf{y})(x-\mathbf{y})=x^2-\mathbf{y}^2$
7
8 $\mathbf{\pi} r^2$ - not successful use. % bad use of \mathbf
9
10 With bm packet
11 $$ (x+\mathbf{y})(x-\mathbf{y})=x^2-\mathbf{y}^2 $$
12
13 $$ (x+\bm{y})(x-\bm{y}) \quad \bm{=} \quad x^2-\bm{y}^2 $$
14
15 $$ \alpha + \bm{\alpha} < \beta + \bm{\beta} $$

```

3.6. Часть 6: Возможности пакета mathtools

Пакет `mathtools` расширяет возможности `amsmath`. В качестве примера было использовано окружение `pmatrix*` для создания матрицы в круглых скобках с выравниванием колонок по правому краю (Листинг 6 и Рис. 5).

Листинг 6: Выравнивание колонок в матрице с помощью mathtools

```

1 mathtools alignment
2 \[
3 \begin{pmatrix*}[r]
4 1000&11\\
5 1&2\\
6 -5&-6
7 \end{pmatrix*}
8 \]

```

Some "bold" math $(x + y)(x - y) = x^2 - y^2$
 $(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$ πr^2
 $(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$
 πr^2 - not successful use.
 With bm packet

$$(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$$

$$(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$$

$$\alpha + \boldsymbol{\alpha} < \beta + \boldsymbol{\beta}$$

mathtolls alignment

$$\begin{pmatrix} 10000 & 11 \\ 1 & 2 \\ -5 & -6 \end{pmatrix}$$

Рис. 5: Сравнение разных полужирных начертаний в формулах и выравнивание в матрице

3.7. Часть 7: Специализированные символы и ссылки

Для вставки специальных символов, таких как готический (`\mathfrak{}`), рукописный (`\mathscr{}`) и ажурный (`\mathbb{}`), были подключены соответствующие пакеты. Также была продемонстрирована работа перекрёстных ссылок на нумерованные формулы с помощью команд `'` и `'(3.7)`. Код приведёт в Листинг 7, а результат представлен на Рис. 6

Листинг 7: Специальные символы и перекрёстные ссылки

```

1 One two three
2 \[
3 \log \alpha + \log \beta = \log(\alpha\beta)
4 \]
5
6 Unicode Math Alphanumerics
7 \[A + \symfrac{A}{A} + \symbf{A} + \symcal{A} + \symscr{A} + \symbb{A}\]
8
9
10 %-----
11
12 See~\eqref{eq_my}
13 \begin{equation}\label{eq_my}
14 \gamma + \symbf{\delta}_{\symfrac{D}{D}}^{\symcal{\varepsilon}} = \symbb{DE}_{\symscr{\omega}}
15 \end{equation}
```

One two three

$$\log \alpha + \log \beta = \log(\alpha\beta)$$

Unicode Math Alphanumeric

$$A + \mathfrak{A} + \mathbf{A} + \mathcal{A} + \mathscr{A} + \mathbb{A}$$

Рис. 6: Проверка различных специальных символов и начертаний из unicode-math

Дополнительно было составлено выражение с комбинацией различных шрифтов, откуда стало ясно (см. Рис. 7), что работает самый последний, внутренний указатель на шрифт.

See (4)

$$(4) \quad \gamma + \delta_{\mathfrak{D}}^{\varepsilon} = \mathbb{D}\mathbb{E}_{\omega}$$

Рис. 7: Проверка вложенности различных шрифтов

4. Итоговый результат

В заключительной части было изучено влияние опции класса документа `fleqn` и `leqno`. В итоге, был получен финальный документ, в котором все выключные формулы вместо центрирования они стали выравниваться по левому краю с небольшим отступом, и с того же левого края отображаются номера формул. Весь код приведён в Листинг 8, а результат его компиляции — на Рис. 8– 9.

Листинг 8: Полный исходный код файла lab3.tex

```
1 \documentclass[fleqn,leqno]{article}
2 \usepackage[T1]{fontenc}
3 \usepackage{amsmath}
4 \usepackage{bm}
5 \usepackage{mathtools}
6
7 \usepackage{unicode-math}
8 \setmainfont{TeX Gyre Pagella}
9 \setmathfont{TeX Gyre Pagella Math}
```

```

10 %\newcommand{\diff}{\mathop{}\!\!d} % For italic
11 \newcommand{\diff}{\mathop{}\!\!\mathrm{d}} % For upright
12
13 \begin{document}
14
15 A sentence with inline mathematics:  $(y = mx + c)$ .
16
17 A second sentence with inline mathematics:
18  $5^2=3^2+4^2$ .
19
20 A second paragraph containing display math.
21 \[
22 y = mx + c
23 \]
24 See how the paragraph continues after the display.
25
26 Superscripts  $a^b$  and subscripts  $a_b$ .
27
28 Some mathematics:  $y = 2 \sin^2 \theta^2$ .
29
30 A paragraph about a larger equation
31 \[
32 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \, dx
33 \]
34
35 A paragraph about a larger equation (with new operator definition)
36 \[
37 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \, \diff x
38 \]
39
40 A paragraph about a larger equation
41 \begin{equation}
42 \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \, \diff x
43 \end{equation}
44
45 %-----
46
47 Solve the following recurrence for  $n, k \geq 0$ :
48 \begin{align*}
49 Q_{n,0} &= 1 \quad Q_{0,k} = [k=0]; \\
50 Q_{n,k} &= Q_{n-1,k} + Q_{n-1,k-1} + \binom{n}{k}, \\
51 \quad &\text{for } n, k > 0.
52 \end{align*}
53
54 AMS matrices.
55 \[
56 \begin{matrix}
57 a & b & c \\
58 d & e & f \end{matrix}

```

```

59 \end{matrix}
60 \quad
61 \begin{pmatrix}
62 a & b & c \\
63 d & e & f
64 \end{pmatrix}
65 \quad
66 \begin{bmatrix}
67 a & b & c \\
68 d & e & f
69 \end{bmatrix}
70 \]
71
72 %-----
73
74 The matrix  $\mathbf{M}$  (for comparison  $M$ ).
75
76  $\text{\texttt{\text{bad use } size \neq \mathit{size} \neq \mathrm{size} }}$ 
77
78  $\text{\texttt{\text{bad use } size \neq \mathit{size} \neq \mathrm{size} }}$ 
79  $\text{\texttt{\text{bad use } size \neq \mathit{size} \neq \mathrm{size} }}$ 
80
81 %-----
82
83 Gather
84 \begin{gather}
85 P(x)=ax^5+bx^4+cx^3+dx^2+ex +f\\
86 x^2+x=10
87 \end{gather}
88 Multline
89 \begin{multline}
90 (a+b+c+d)x^5+(b+c+d+e)x^4 + \\
91 +(c+d+e+f)x^3+(d+e+f+a)x^2+(e+f+a+b)x + \\
92 + (f+a+b+c)
93 \end{multline}
94
95 Aligned equations
96 \begin{align}
97 a &= b+1 & c &= d+2 & e &= f+3 \\
98 r &= s^2 & t &= u^3 & v &= w^4
99 \end{align}
100
101 \begin{itemize}
102 \item
103  $\begin{aligned}[t]$ 
104  $a=b$ 
105  $c=d$ 
106  $\end{aligned}$ 
107 \item

```

```

108 $\begin{aligned}
109 a&=b\\
110 c&=d
111 \end{aligned}$
112 \end{itemize}
113
114 %-----
115
116 Some "bold" math
117 $(x+y)(x-y)=x^2-y^2$
118
119 {\boldmath $(x+y)(x-y)=x^2-y^2$} $\quad \quad \pi r^2$
120
121 $(x+\mathbf{y})(x-\mathbf{y})=x^2-\mathbf{y}^2$
122
123 $\mathbf{\pi} r^2$ - not successful use. % bad use of \mathbf
124
125 With bm packet
126 $$ (x+\mathbf{y})(x-\mathbf{y})=x^2-\mathbf{y}^2 $$
127
128 $$ (x+\mathbf{y})(x-\mathbf{y}) \quad \mathbf{y}^2 = x^2 - \mathbf{y}^2 $$
129
130 $$ \alpha + \mathbf{\alpha} < \beta + \mathbf{\beta} $$
131
132 %-----
133
134 mathtolls alignment
135 \[
136 \begin{pmatrix}_{\star} \\ r \end{pmatrix}
137 1000&11\\
138 1&2\\
139 -5&-6
140 \end{pmatrix}_{\star}
141 \]
142
143 %-----
144
145 One two three
146 \[
147 \log \alpha + \log \beta = \log(\alpha\beta)
148 \]
149
150 Unicode Math Alphanumerics
151 \[ A + \mathrm{A} + \mathbf{A} + \mathrm{A} + \mathrm{A} + \mathrm{A} \]
152
153
154 %-----
155
156 See~\eqref{eq_my}

```

```

157 \begin{equation}\label{eq_my}
158 \gamma + \mathrm{\delta_{\frac{D}{}}^{\mathrm{\varepsilon}}} = \mathrm{DE_{\omega}}
159 \end{equation}
160
161 \end{document}

```


A sentence with inline mathematics: $y = mx + c$.
 A second sentence with inline mathematics: $5^2 = 3^2 + 4^2$.
 A second paragraph containing display math.

$$y = mx + c$$

See how the paragraph continues after the display.

Superscripts a^b and subscripts a_b .

Some mathematics: $y = 2 \sin^2 \theta^2$.

A paragraph about a larger equation

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx$$

A paragraph about a larger equation (with new operator definition)

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx$$

A paragraph about a larger equation

$$(1) \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx$$

Solve the following recurrence for $n, k \geq 0$:

$$Q_{n,0} = 1 \quad Q_{0,k} = [k = 0];$$

$$Q_{n,k} = Q_{n-1,k} + Q_{n-1,k-1} + \binom{n}{k}, \quad \text{for } n, k > 0.$$

AMS matrices.

$$\begin{matrix} a & b & c \\ d & e & f \end{matrix} \quad \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix} \quad \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix}$$

The matrix **M** (for comparison *M*).

bad use *size* \neq *size* \neq *size*

bad use *size* \neq *size* \neq *size*

Gather

$$(2) \quad P(x) = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f$$

$$(3) \quad x^2 + x = 10$$

Multline

$$\begin{aligned} & (a + b + c + d)x^5 + (b + c + d + e)x^4 + \\ & + (c + d + e + f)x^3 + (d + e + f + a)x^2 + (e + f + a + b)x + \\ & + (f + a + b + c) \end{aligned}$$

Aligned equations

$$\begin{array}{lll} a = b + 1 & c = d + 2 & e = f + 3 \\ r = s^2 & t = u^3 & v = w^4 \end{array}$$

Рис. 8: Итоговый результат 1

- $a = b$
 $c = d$

- $a = b$
 $c = d$

Some "bold" math $(x + y)(x - y) = x^2 - y^2$
 $(x + y)(x - y) = x^2 - y^2$ πr^2
 $(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$
 r^2 - not successful use.

With bm packet

$$(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$$

$$(x + \mathbf{y})(x - \mathbf{y}) = x^2 - \mathbf{y}^2$$

$$\alpha + \alpha < \beta + \beta$$

mathtolls alignment

$$\begin{pmatrix} 10000 & 11 \\ 1 & 2 \\ -5 & -6 \end{pmatrix}$$

One two three

$$\log \alpha + \log \beta = \log(\alpha \beta)$$

Unicode Math Alphanumerics

$$A + \mathfrak{A} + \mathbf{A} + \mathcal{A} + \mathbb{A} + \mathbb{A}$$

See (4)

$$(4) \quad \gamma + \delta_{\mathbb{D}}^{\varepsilon} = \mathbb{D}\mathbb{E}_{\omega}$$

Рис. 9: Итоговый результат 2

5. Выводы

В ходе выполнения данной лабораторной работы я освоил ключевые инструменты LaTeX для набора математических формул. Были изучены как базовые математи-

ческие режимы, так и расширенные возможности, предоставляемые пакетом `amsmath`, включая окружения для выравнивания (`align*`), группировки (`gather`), разбиения длинных формул (`multline*`) и создания матриц. Также я научился управлять стилями математических шрифтов и изменять глобальные настройки выравнивания формул в документе.

Список литературы

- [1] Д. С. Кулябов, А. В. Королькова и М. Н. Геворкян. *Practical scientific writing*. Учебное пособие. Москва: RUDN University, 2025. URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/2862317/mod_folder/content/0/Practical-scientific-writing.pdf.