

Использование LaTeX для создания электронного учебно-методического комплекса

Use of LaTeX for creating electronic educational-methodical complex

Петров Валерий Алексеевич¹

Petrov Valerii

Воронкова Евгения Викторовна²

Varankova Yauhenia

1. Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий Минского инновационного университета

PhD in Physico-mathematical sciences, Associate Professor, associate professor of the Department of information technologies of Minsk Innovation University

e-mail: pva050453miu@gmail.com

2. Магистр естественных наук, старший преподаватель кафедры информационных технологий Минского инновационного университета

Master of Science, senior lecturer of the Department of information technologies of Minsk Innovation University

e-mail: vev1979miu@gmail.com

Аннотация

Статья посвящена раскрытию только части возможностей LaTeX2e, которые использовали авторы при создании электронных учебно-методических комплексов: по дисциплине «Математика» («Высшая математика») для первого семестра первой ступени высшего образования и дисциплине «Основы дискретной математики», изучаемой студентами технических специальностей.

Ключевые слова: LaTeX, электронный учебно-методический комплекс, язык разметки, рубрикация, гиперссылка.

Abstract

The article is devoted to discuss only some capabilities of the LaTeX2e that were used by the authors in the creation of electronic educational-methodical complexes on the discipline «Mathematics» («Higher mathematics») for the first semester of the first stage of higher education and the discipline «Fundamentals of discrete mathematics» studied by students of technical specialties.

Keywords: LaTeX, electronic educational-methodical complex, markup language, categorization, hyperlink.

Поступила в редакцию / Received: 07.04.2017

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.iot/issue.50/article.13.html>

В статью вошли материалы, полученные в результате выполнения НИР «Научно-методическое обеспечение дисциплин кафедры информационных технологий в условиях инновационного развития системы высшего образования», № 01-1.8/ИТ.

Введение

Создание в семидесятых годах XX века Дональдом Кнуттом (Donald Ervin Knuth) системы METAFONT для создания шрифтов и TEX – лучшей программы для разбиения абзацев на строки [1, 2], – послужило, во-первых, дальнейшему совершенствованию языков разметки текста на бумаге (LaTeX, LaTeX2e), во-вторых, появлению языков разметки экрана (HTML, XML и др.). И первым, кто продолжил дело Д. Кнута, был Лесли Лампорт (Leslie Lamport), который в начале восьмидесятых годов разработал LaTeX [3]. Оба создателя считают, что по-русски надо говорить тех и latex. Необходимое программное обеспечение по системе LaTeX можно найти в центрах поддержки по следующим основным адресам:

- <ftp://ftp.dante.de/tex-archive> (Germany)
- <http://www.tex.ac.uk/tex-archive> (U.K.)
- <ftp://ctan.tug.org/tex-archive> (USA)
- <ftp://ftp.radio-msu.net/pub/tex> (Москва)
- <ftp://ftp.chg.ru/pub/TeX/CTAN> (С.-Петербург)

Один из авторов данной статьи впервые использовал LaTeX в конце 80-х годов прошлого столетия при подготовке научного материала на конференцию. С тех пор это незаменимый инструмент в работе. В этом редакторе подготавливались печатные издания авторов по математическим дисциплинам, в частности учеб-

но-методические комплексы [4, 5], готовились презентации лекционного и практического материала.

Этот текстовый редактор не является процессором типа WYSIWYG (What You See Is What You Get – «что видишь, то и получаешь»). Он создан для логического проектирования печатного документа и более удобен в случае, когда необходимо набирать большое количество математических формул, использовать графику и таблицы. Да, для этого используется специальная система команд, а затем необходимо запустить компилятор (как в программировании), однако все остальное делает компьютер, и результат печатает.

Если исходный файл назывался `example.tex`, то LaTeX при трансляции создает ряд файлов: `example.aux` – отвечает за перекрестные ссылки, `example.toc` – отвечает за оглавление, `example.lof` – отвечает за список рисунков, `example.lot` – отвечает за список таблиц, `example.ind` – отвечает за предметный указатель, `example.log` – содержит информацию о ходе трансляции. Соответствующими командами внутри документа вы можете вставить в свой документ оглавление, списки рисунков и таблиц, добавить предметный указатель. В случае если используется система BibTeX для создания списка литературы, то еще будет создан файл `example.bbl`.

1. Оформление документа в системе LaTeX

Основной текст любого документа в системе LaTeX начинается с команды `\begin{document}` и заканчивается командой `\end{document}`, и не важно, книга ли это, статья, тезисы, письмо и т. п. Этому предшествует так называемая преамбула, в которой указывается, какой именно это документ, размер печатного листа, размер используемого шрифта, а также подключаемые стилевые и другие пакеты. Любой документ обязательно начинается с команды `\documentclass[<parameters>]{<class>}`, в которой `<parameters>` задают размеры шрифта, листа, режим вывода и т. д., `<class>` определяет один из шести стандартных классов системы LaTeX: `article` – статья, `report` – отчет, `book` – книга, `letter` – письмо, `proc` – доклад, `slides` – слайды. Например, авторы при создании электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК) [6, 7] использовали следующую команду: `\documentclass[12pt,a4paper]{article}`.

В преамбуле обычно задаются автор (авторы) и название документа с помощью команд `\author{ФИО}` и `\title{Название}`. В основных зарубежных издательствах разработаны для своих научных журналов специальные стилевые файлы. При подключении соответствующего стилевого пакета автору не надо заботиться о том, как оформляется статья в данном журнале, LaTeX сделает все сам. Здесь мы имеем в виду, что

в одних журналах статьи оформляются в одну колонку, в других – в две; где-то название статьи предшествует фамилиям авторов, а где-то – наоборот, и т. п.

Кроме того, в преамбуле подключается язык написания статьи и тип используемой кодировки. Например, нами использовались следующие две команды: `\usepackage[cp1251]{inputenc}` – для кодировки Windows и `\usepackage[russian]{babel}` – для русского языка.

Более того, в преамбуле можно для удобства вводить свои команды и переопределять существующие команды или некоторые значения параметров этих команд.

2. Рубрикация документа в LaTeX

При создании ЭУМК мы использовали следующие стандартные команды секционирования: `\section` – раздел, `\subsection` – подраздел, `\subsubsection` – подподраздел, `\paragraph` – параграф. Названия указанных рубрик расположены в порядке убывания значимости и отличаются друг о друга размером шрифта и нумерацией. После того, как в документ добавляется команда `\tableofcontents`, после нескольких трансляций (для правильного считывания информации из файла с расширением `toc`) процессор сам делает оглавление. Отрывок оглавления ЭУМК [6] приведен на рисунке 1. Названия соответствующих разделов имеют красный цвет в силу того, что они являются гиперссылками.

3. Элементы высшей алгебры	28
3.1. Матрицы	29
3.1.1. Основные определения	29
3.1.2. Операции над матрицами	30
3.2. Определители	33
3.2.1. Миноры и алгебраические дополнения	33
3.2.2. Свойства определителей	34
3.2.3. Вычисление определителей	35

Рисунок 1 – Отрывок оглавления

Внутри же комплекса для большей наглядности рубрикации выделены синим цветом (рисунок 2).

3.1. Матрицы

3.1.1. Основные определения

Рисунок 2 – Пример рубрикации

3. Набор математических формул

Как сказал К. Гаусс, «Математика – это королева наук». И так как точные науки не могут обойтись без абстрактного языка математики, то следует рассказать о возможностях системы LaTeX в наборе математических выражений.

Прежде всего в типографском деле различаются формулы, стоящие внутри текста, и формулы, выде-

ленные в отдельную строку (так называемые выключные формулы). Первые из них в рассматриваемом процессоре помечаются в начале и конце формулы одним знаком \$, вторые – двумя знаками \$\$\$. Для того чтобы выключное уравнение автоматически нумеровалось (и можно было сделать в нужном месте документа ссылку на него), нужно использовать специальные процедуры, в частности:

`\begin{equation} \label{<назв.>} ... \end{equation}.`

Математические выражения указанных типов отличаются размерами, наглядными примерами этого различия служат, в частности, рациональные дроби и операция суммирования, которые изображены на рисунке 3.

Рисунок 3 – Пример различия типов формул

Однако в системе LaTeX есть возможность изменять размеры не только отдельных математических символов в формуле, но и всей формулы.

Все математические выражения набираются с помощью специальных команд. Так, математические выражения, изображенные на рисунке 3, в нетранслированном файле выглядят следующим образом:

`\sum\limits_{k=1}^n \frac{1}{k}`

и

`$$\sum_{k=1}^n \frac{1}{k}$$`.

Здесь команда `\sum` соответствует знаку суммирования (от английского слова *sum* – сумма); команда `\limits` указывает на то, что пределы суммирования нужно поставить под и над знаком суммы; команда `_` говорит о том, что последующее выражение в фигурных скобках является нижним индексом; аналогично команда `^` указывает, что далее следует верхний индекс; наконец, команда `\frac` (от английского слова *fraction* – дробь) формирует дробь, числитель которой в первых фигурных скобках, знаменатель – во вторых.

Для людей, не знакомых с программированием и слабо знающих английский язык, это кажется сложным. Однако для работы с системой LaTeX создано большое количество редакторов, в частности WinEdt, TeXnicCenter, TeXMaker (операционная система Windows), SLED – аббревиатура от Simple LaTeX Editor (операционная система Unix), в которых нажатие на соответствующую кнопку вставляет в документ нужную команду, отправляет документ на трансляцию, сообщает об ошибках, допущенных при наборе документа, вызывает необходимую про-

грамму для просмотра конечного результата – графического файла, который показывает, как будет выглядеть набранное на бумаге. Кстати, один из авторов данной статьи помогал разработчику редактора SLED в создании графического изображения кнопок для редактора.

Кроме того, следует отметить, что файл документа системы LaTeX с большим количеством математических формул значительно меньше по размеру файла того же документа, набранного в Microsoft Word, ибо первый является текстовым файлом.

Таким образом, кажущаяся сложность набора математических выражений исчезает. Наш опыт создания печатных документов, связанных с областью нашей работы – преподаванием математических дисциплин, показывает, что система LaTeX значительно удобнее, чем тот же Microsoft Word. Нам кажется, что это даже смогут подтвердить те из наших студентов, которые набирали многоярусные математические формулы в Word, даже не зная о системе LaTeX.

4. Таблицы и графики в LaTeX

Возможности системы LaTeX по созданию таблиц, благодаря командам и их изменяемым параметрам, огромны. В качестве примера укажем, как задавалась таблица эквивалентных бесконечно малых функций при $x \rightarrow 0$:

```
\begin{tabular}{|l|l|} \hline
& \& \sin x \sim x & \& e^{x-1} \sim x \\ \hline
& \& \operatorname{tg} x \sim x & \& a^{x-1} \sim x \ln a \\ \hline
& \& \arcsin x \sim x & \& \ln(x+1) \sim x \\ \hline
& \& \arctg x \sim x & \& \log_a(x+1) \sim x \log_a e \\ \hline
& \& 1 - \cos x \sim x^2/2 & \& (1+x)^k - 1 \sim kx \\ \hline
\end{tabular}.
```

Результат трансляции документа изображен на рисунке 4.

$\sin x \sim x$	$e^x - 1 \sim x$
$\operatorname{tg} x \sim x$	$a^x - 1 \sim x \ln a$
$\arcsin x \sim x$	$\ln(x+1) \sim x$
$\arctg x \sim x$	$\log_a(x+1) \sim x \log_a e$
$1 - \cos x \sim x^2/2$	$(1+x)^k - 1 \sim kx$

Рисунок 4 – Пример таблицы

Система LaTeX, с одной стороны, имеет свои средства для создания несложной векторной графики,

с другой стороны, позволяет импортировать графические объекты, сделанные другими компьютерными программами. Первая из этих возможностей реализуется окружением

```
\begin{picture} ... \end{picture},
```

где в качестве многоточия должна стоять последовательность команд, которые будут рисовать прямые, векторы, гладкие кривые и т. д.

Вторая возможность реализуется командой `\includegraphics` при подключении в преамбуле пакетов `graphics` или `graphicx`. В наших ЭУМК подключался второй из этих пакетов командой `\usepackage{graphicx}`, и вся графическая работа выполнялась в CorelDraw. В частности, в комплексе «Основы дискретной математики» [7] в разделе «Элементы теории графов» была набрана последовательность команд:

```
\begin{figure}[htbp]
\begin{center}
\includegraphics[width=30mm]{graph-3.jpg} \hspace{20mm} \
\includegraphics[width=30mm]{graph-4.jpg} \hspace{20mm} \
\includegraphics[width=30mm]{graph-5.jpg} \\
\parbox[t]{30mm}{\caption{Пустой граф}} \hspace{20mm} \
\parbox[t]{30mm}{\caption{Регулярный граф}} \hspace{20mm} \
\parbox[t]{30mm}{\caption{Полный граф}} \hspace{20mm} \
label{graph3} \hspace{20mm} \
label{graph4} \hspace{20mm} \
label{graph5} \hspace{20mm} \
\end{center}\vspace{-10mm}
\end{figure}.
```

В готовом ЭУМК это выглядит так (рисунок 5):

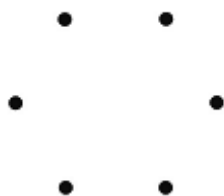


Рис. 15. Пустой граф

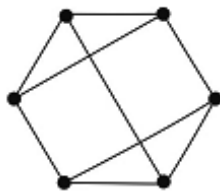


Рис. 16. Регулярный граф

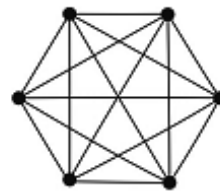


Рис. 17. Полный граф

Рисунок 5 – Пример использования графики в LaTeX

5. Ссылки и гиперссылки в LaTeX

Система LaTeX дает возможность делать ссылки вперед и назад по тексту документа на номера любых помеченных объектов. Если количество этих объектов изменяется, то ссылки автоматически перенумеровываются.

С помощью команды `\label{key}` устанавливается метка уникальным именем, указывающая на формулу, таблицу, рисунок и другие объекты, причем параметр `key` внутри фигурных скобок вы придумываете сами, он должен состоять из латинских букв, цифр и можно использовать некоторые знаки препинания, в частности, двоеточие и дефис.

Команда `\ref{key}` вставит после трансляции в документ номер объекта, помеченного меткой `key`, а команда `\pageref{key}` – номер страницы, на которой находится помеченный объект. Для ссылки на помеченную формулу удобнее использовать команду `\eqref{key}`, так как она вставит сразу номер формулы в круглых скобках (как и нумеруются формулы).

Каждая запись библиографических данных помечаются командой `\bibitem{key}`, и для ссылки на эту запись используется команда `\cite{key}`.

Существует еще возможность организации ссылки на помеченный ключом `key` объект через написание произвольного текста или даже специального рисунка. Это делается с помощью команды `\hyperref[key]{<текст>}`.

При использовании транслятора `pdflatex` в результате компиляции вашего документа гиперссылки выделяются цветом. Внутри документа они помечаются красным (`red`) цветом, библиографические ссылки – зеленым (`green`), ссылки на интернет-ресурсы – цветом `magenta`.

В наших ЭУМК для возможности перехода от заданий для самостоятельного решения к ответам были поставлены метки `\hypertarget{answer1}` в файле ответов и команды `\hyperlink{answer1}{\includegraphics[width=10mm]{arrow7.pdf}}` в файле, где находились задания. При этом использовали рисунок, хранящийся в файле `arrow7.pdf`. Место из документа для перехода к нужной странице ответов изображено на рисунке 6.

Ответы 

Рисунок 6 – Место перехода к ответам

Для возврата от ответов к заданиям использованы метка `\hypertarget{problem1}` и команда `\hyperlink{problem1}{\includegraphics[width=10mm]{arrow8.pdf}}`. Место возврата от ответов к заданиям изображено на рисунке 7.



ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «Элементы теории множеств»

Рисунок 7 – Место возврата к заданиям

Все рубрики оглавления ЭУМК, которые сделала система LaTeX, выделены красным цветом и являются местами перехода к страницам, на которых начинается соответствующий раздел.

Заключение

В данной статье мы попытались осветить вопрос создания электронных учебно-методических комплексов с использованием компьютерной типографии LaTeX в том объеме, в котором позволяет статья. Надеемся, что нам удалось показать преимущества системы LaTeX для создания ЭУМК математического профиля, которая не только не уступает таким языкам разметки, как HTML и XML, но и в чем-то превосходит их.

Литература / References

1. Knuth, D.E. The TeXbook / D.E. Knuth. – Reading, Massachusetts: Addison-Wesley. – 1973. – 484 p.
2. Кнут, Д.Э. Все про TeX / Д.Э. Кнут. – Протвино: Изд-во АО RDTEx. – 1993. – 543 с.
Knut, D.E. Vse pro TeX / D.E. Knut. – Protvino: Izd-vo AO RDTEx. – 1993. – 543 p.
3. Lamport, L. LaTeX: a document preparation system / L. Lamport. – Reading, Massachusetts: Addison-Wesley. – 1986. – 288 p.
4. Петров, В.А. Высшая математика. Элементы теории множеств. Комплексные числа. Элементы высшей алгебры. Векторы. Элементы аналитической геометрии. Дифференциальное исчисление функций одной переменной : уч.-метод. комплекс / В.А. Петров, Е.В. Воронкова, М.М. Мицкевич. – 3-е изд. – Минск: Изд-во МИУ, 2012. – 300 с.
5. Петров, В.А. Высшая математика. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля. Функциональные ряды. Функции комплексной переменной. Операционное исчисление. Уравнения математической физики: уч.-метод. комплекс / В.А. Петров, Е.В. Воронкова, Н.В. Новикова. – Минск: Изд-во МИУ, 2009. – 300 с.
Petrov, V.A. Vysshaya matematika. Kratnyye, krivolineynyye i poverkhnostnyye integraly. Elementy teorii polya. Funktsional'nyye ryady. Funktsii kompleksnoy peremennoy. Operatsionnoye ischisleniye. Uravneniya matematicheskoy fiziki: uch.-metod. kompleks / V.A. Petrov, Ye.V. Voronkova, N.V. Novikova. – Minsk: Izd-vo MIU, 2009. – 300 p.
6. Петров, В.А. Математика. Элементы теории множеств. Комплексные числа. Элементы высшей алгебры. Векторы. Элементы аналитической геометрии. Дифференциальное исчисление функций одной переменной: электронный уч.-метод. комплекс [Электронный ресурс] / В.А. Петров, Е.В. Воронкова / Минский инновационный ун-т. – Минск, 2017. – Режим доступа: http://media.miu.by/files/store/umk/eumk_Mathematics-1_2017.pdf. – Дата доступа: 27.04.2017.
Petrov, V.A. Matematika. Elementy teorii mnozhestv. Kompleksnyye chisla. Elementy vysshey algebry. Vektory. Elementy analiticheskoy geometrii. Differentsial'noye ischisleniye funktsiy odnoy peremennoy : elektronnyy uch.-metod. kompleks [Electronic resource] / V.A. Petrov, Ye.V. Voronkova / Minskiy innovatsionnyy un-t. – Minsk, 2017. – Mode of access: http://media.miu.by/files/store/umk/eumk_ODM_2017.pdf. – Date of access: 27.04.2017.
7. Петров, В.А. Основы дискретной математики: электронный уч.-метод. комплекс [Электронный ресурс] / В.А. Петров, Е.В. Воронкова / Минский инновационный ун-т. – Минск, 2017. – Режим доступа: http://media.miu.by/files/store/umk/eumk_ODM_2017.pdf. – Дата доступа: 27.04.2017.
Petrov, V.A. Osnovy diskretnoy matematiki: elektronnyy uch.-metod. kompleks [Electronic resource] / V.A. Petrov, Ye.V. Voronkova / Minskiy innovatsionnyy un-t. – Minsk, 2017. – Mode of access: http://media.miu.by/files/store/umk/eumk_ODM_2017.pdf. – Date of access: 27.04.2017.