

## Оптимизация процесса подготовки семейств методических материалов с применением мультिवариантных документов

*Я.В. Гончарова*

*Московский технический университет связи и информатики*

**Аннотация:** Работа посвящена вопросам совершенствования процессов подготовки семейств методических материалов, в том числе для обеспечения образовательного процесса в высших учебных заведениях. Генерация материалов осуществляется с использованием возможностей настольной издательской системы LuaLaTeX. В основе предлагаемого решения лежит интеграция скриптового языка программирования Lua и языка компьютерной верстки TeX. Данный подход позволяет реализовать концепцию мультिवариантного документа, в котором управление логикой сборки и контентом происходит на программном уровне. Практическая значимость работы заключается в повышении эффективности разработки и модернизации семейств методических материалов, что обеспечивается за счет автоматизированной сборки документов из единого источника.

**Ключевые слова:** семейство методических материалов, мультिवариантный документ, автоматизация верстки, образовательный контент, консистентность данных.

### Введение

Преподаватели вузов регулярно сталкиваются с необходимостью разработки семейств методических материалов. Эта задача актуальна, когда одна дисциплина читается для разных образовательных программ или форм обучения. В таких случаях документация сочетает в себе общую часть и вариативные фрагменты, специфичные для конкретных групп.

Рассмотрим проблему на примере адаптации курса для очной и заочной форм обучения в рамках одного направления. Различия в учебных планах (в частности, меньшее количество часов у заочников) диктуют необходимость дифференциации оценочных средств. Для очной формы формируются более трудоемкие задания (например, цикл лабораторных работ), в то время как для заочной – контрольная работа, объединяющая лишь часть ключевых задач.

Таким образом, совокупность документов для обеих форм обучения образует единое семейство методической документации.

Процесс разработки и актуализации таких семейств сопряжен с серьезными трудностями. Традиционные методы документирования

обнаруживают ряд критических противоречий, которые становятся барьерами на пути к эффективному управлению контентом.

1. *Избыточное дублирование контента.* Многократное копирование общих фрагментов в разные документы семейства усложняет их актуализацию. Это порождает риск возникновения противоречий: при внесении изменений в один документ автор может упустить необходимость синхронизации остальных, что ведет к потере целостности данных.

2. *Низкая эффективность «единого документа».* Попытка объединить все модификации курса в рамках одного общего файла перегружает его избыточной информацией. Это не только затрудняет навигацию и поиск данных для обучающегося, но и неоправданно увеличивает объем публикации, снижая удобство работы с материалом.

3. *Методологический и технологический дефицит.* На текущий момент отсутствуют как стандартизированные методы синтеза мультивариантных документов, так и свободное программное обеспечение для автоматизированной сборки семейств документации полиграфического качества. В результате поддержка таких материалов становится чрезмерно ресурсозатратной для преподавателя.

В рамках данной работы под мультивариантным документом (МД) будем понимать документ, который имеет множество вариантов своего представления, отличающихся друг от друга составом фрагментов, формирующих их контент [1].

### **Постановка задачи исследования**

*Дано:* Общий массив методических материалов, содержащий избыточный объем информации для всех категорий обучающихся. В нем смешаны общие темы, специфические задания для разных программ (например, для очников и заочников) и различные требования к отчетности.

*Нужно получить:* Семейство методической документации, представляющее собой набор компактных и специализированных документов. Каждый документ должен быть адаптирован под конкретную категорию студентов: содержать только те темы, задания и инструкции, которые относятся к их учебному плану, и не включать лишнюю информацию из других модулей.

*Результат:* На основе модели МД обеспечивается автоматическая сборка целевых методических материалов. Преподаватель один раз готовит контент, а система сама формирует из него нужные версии документов, гарантируя точность содержания и единообразие оформления для каждой группы.

Процесс генерации документов описывается следующей моделью МД:

$$D^{doc} = \langle f_0^d, F^d, gS, V^d, gV \rangle, \quad (1)$$

где  $f_0^d$  – корневой фрагмент контента (вершина),  $f_0^d \in F^d$ ;  $F^d$  – конечное множество фрагментов, формирующих контент документа, где  $mf$  – их количество, а каждый из элементов данного множества может рассматриваться как  $D^{doc}$ ;  $gS$  – отображение, определенное на множестве  $F^d$ , такое что  $F^d \xrightarrow{gS} \{f_1^d, \dots, f_{ml}^d\}$ , где  $f_1^d, \dots, f_{ml}^d$  – связанные (подчиненные) фрагменты контента, а  $ml$  – их количество;  $V^d$  – конечное множество вариантов представления МД;  $gV$  – отображение, определенное на множестве  $V^d$ , такое что  $V^d \xrightarrow{gV} \{v_1^d, \dots, v_{mv}^d\}$  – варианты представления МД, а  $mv$  – их количество.

На рис. 1 представлен пример схемы МД, состоящего из шести фрагментов контента  $f_1, \dots, f_6$  и имеющего два варианта итогового представления  $v_1, v_2$ . В данном примере фрагменты  $f_1 - f_4$  являются общими и входят в оба варианта документа. Фрагменты  $f_5$  и  $f_6$  являются вариативными:  $f_5$  включается только в представление  $v_1$ , а  $f_6$  – только в  $v_2$ .

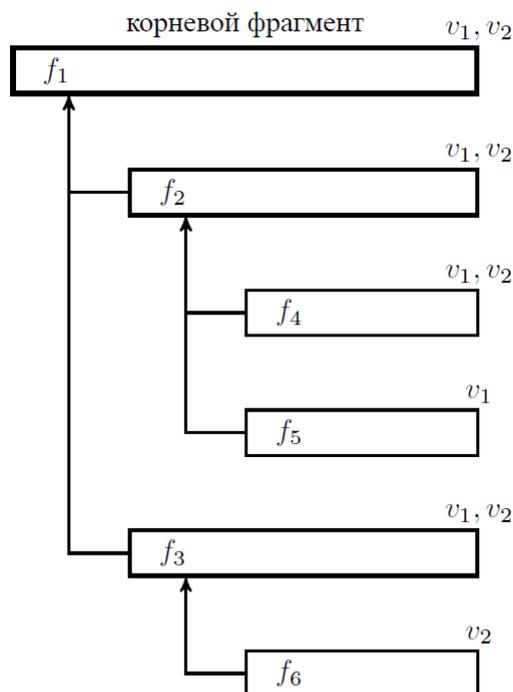


Рис. 1. – Структурно-логическая схема организации контента МД  
 В терминах формальной модели (1) рассматриваемый пример описывается следующим кортежем параметров:

$$\begin{aligned}
 f_0^d &= \{f_1\}; F^d = \{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6\}; V^d = \{v_1, v_2\}; \\
 gS(f_1) &= \{f_2, f_3\}; gS(f_2) = \{f_4, f_5\}; gS(f_3) = \{f_6\}; \\
 gS(f_4) &= \emptyset; gS(f_5) = \emptyset; gS(f_6) = \emptyset; \\
 gV(f_1) &= \{v_1, v_2\}; gV(f_2) = \{v_1, v_2\}; gV(f_3) = \{v_1, v_2\}; \\
 gV(f_4) &= \{v_1, v_2\}; gV(f_5) = \{v_1\}; gV(f_6) = \{v_2\}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

В соответствии с выбранными обозначениями, состав публикации для варианта  $v^d$  определяется множеством фрагментов  $f_{in} \in F^d$ , соответствующих следующему правилу:

$$gV(f_{in}) \cap \{v^d\} \neq \emptyset. \tag{3}$$

Исключение фрагментов контента, не удовлетворяющих условию (3), осуществляется путем стягивания соответствующих вершин графа, описывающего структуру документа. Это позволяет сохранить целостность логических связей между оставшимися элементами.

## Выбор средств реализации

Разработка семейств методических материалов требует использования специализированного инструментария, реализующего концепцию публикации из единого источника (Single Source Publishing (SSP)) [2]. К числу наиболее развитых свободно распространяемых решений, поддерживающих SSP, относятся стандарты DocBook [3–5] и DITA [6–8]. Однако оба инструмента базируются на расширяемом языке разметки (eXtensible Markup Language (XML)), что создает значительные трудности для авторов. Работа с ними в «чистом» виде неудобна, а использование профессиональных XML-редакторов [9] требует дополнительных финансовых затрат на приобретение лицензий.

Дополнительной проблемой при использовании DocBook и DITA является высокая сложность получения итоговых документов типографского качества в формате переносимых документов (Portable Document Format (PDF)). Для корректной верстки и визуализации XML-контента требуется применение процессора объектов форматирования. Большинство качественных коммерческих решений в этой области [10] отличаются высокой стоимостью, что делает их внедрение в образовательный процесс экономически неоправданным.

Традиционно используемая в образовательной среде система LaTeX [11] сама по себе не предоставляет инструментов для комплексной реализации SSP. Решение проблемы достигается при переходе к LuaLaTeX [12,13] – расширению, объединяющему мощь типографского набора LaTeX с гибкостью встроенного языка программирования Lua [14]. Такой симбиоз позволяет программно управлять контентом в рамках концепции SSP, обеспечивая высокое качество документации без затрат на приобретение проприетарного программного обеспечения. Подробное

---

описание программной архитектуры и практические примеры реализации данной системы представлены в работе [1].

Стоит отметить, что язык разметки TeX, используемый в LaTeX / LuaLaTeX, значительно удобнее для авторов, чем язык XML. В то время как XML ориентирован прежде всего на структурирование данных для автоматизированной машинной обработки, синтаксис TeX изначально проектировался как инструмент для человека, позволяющий лаконично и наглядно описывать сложные структуры (например, математические формулы) непосредственно в процессе написания текста.

Таким образом, в качестве базового инструмента для разработки и автоматизированной генерации семейств методических материалов рекомендуется использовать среду LuaLaTeX.

### Практическая реализация

Для демонстрации функциональных возможностей МД в системе LuaLaTeX разработано семейство методической документации по дисциплине «Основы баз данных». В состав данного семейства включены два элемента:

- задание на лабораторные работы – для очной формы обучения;
- задание на контрольную работу – для заочной формы обучения.

Вариативность контента в МД обеспечивается механизмом инъекций, реализованным в рамках расширения функционала поддержки SSP. Механизм базируется на использовании двух команд – `putt` и `putf`, каждая из которых принимает два обязательных параметра [1].

Первый параметр (условие активации) унифицирован для обеих команд. Он представляет собой строку, содержащую список маркер-идентификаторов, разделенных символом «|». Инъекция активируется только в том случае, если текущий вариант документа совпадает с одним из

указанных маркеров. При выполнении этого условия контент динамически интегрируется в тело документа непосредственно в процессе компиляции.

Второй параметр (источник контента) определяется спецификой выбранной команды.

Текстовая инъекция – `\putt{<маркеры>}{<текст>}`. Вторым аргументом передается непосредственно строка контента. Команда оптимальна для лаконичных вставок, так как позволяет автору вносить правки, не выходя из основного файла.

Файловая инъекция – `\putf{<маркеры>}{<имя_файла>}`. Вторым аргументом указывается путь к внешнему файлу, содержимое которого полностью импортируется в документ. Данный метод рекомендуется для вставки объемных фрагментов, сложных таблиц или исходного кода.

Использование данных команд позволяет эффективно разделять архитектуру документа и его вариативное наполнение. Команда `putt` обеспечивает оперативность локальных правок, в то время как `putf` гарантирует чистоту основного исходного кода и модульность структуры.

Пример назначения активного варианта МД с помощью установки соответствующего маркера-идентификатора представлен на рис. 2.

```
1 \begin{luacode*}
2 layer = "|fulltime|" -- очная форма
3 --layer = "|parttime|" -- заочная форма
4 \end{luacode*}
```

Рис. 2. – Установка маркера-идентификатора активного варианта МД

В приведенном примере активным вариантом МД назначен маркер `fulltime`, соответствующий очной форме обучения.

Визуальные различия в оформлении титульного листа для различных вариантов МД представлены на рис. 3.

	<b>ЗАДАНИЕ НА</b> лабораторные работы  дисциплина « <b>Основы баз данных</b> » форма обучения « <b>очная</b> »	
(а)		
	<b>ЗАДАНИЕ НА</b> контрольную работу  дисциплина « <b>Основы баз данных</b> » форма обучения « <b>заочная</b> »	
(б)		

Рис. 3. – Фрагменты титульного листа документа: а) вариант для очной формы обучения; б) вариант для заочной формы обучения

Механизм инъекций также обеспечивает динамическую трансформацию структуры контента и автоматическую смену типов заданий в зависимости от выбранного профиля (рис. 4).

Состав и объем заданий в МД адаптированы под учебные планы соответствующих форм обучения.

Для очной формы обучения практическая часть включает девять лабораторных работ. По каждой работе обучающийся обязан сформировать и представить отдельный отчет о выполнении.

Для заочной формы обучения предусмотрена контрольная работа, состоящая из пяти заданий, содержание которых коррелирует с программой лабораторных работ очного отделения.

Ввиду сокращенного количества академических часов, выделенных на изучение дисциплины, из контрольной работы исключены наиболее трудоемкие задания. Это обусловлено тем, что их выполнение требует обязательной локальной установки системы управления базами данных PostgreSQL и углубленных знаний программирования. Выбранные пять заданий оптимизированы для выполнения в онлайн-компиляторах, что упрощает техническую подготовку для студентов-заочников.

По итогам выполнения контрольной работы обучающиеся формируют единый отчет, содержащий результаты решения всех пяти задач.

Содержание	
Выбор варианта и информация по выполнению . . . . .	3
Оформление результатов . . . . .	4
Лабораторная работа № 1 . . . . .	4
Лабораторная работа № 2 . . . . .	4
Лабораторная работа № 3 . . . . .	4
Лабораторная работа № 4 . . . . .	5
Лабораторная работа № 5 . . . . .	5
Лабораторная работа № 6 . . . . .	5
Лабораторная работа № 7 . . . . .	5
Лабораторная работа № 8 . . . . .	5
Лабораторная работа № 9 . . . . .	5
Список рекомендуемых источников . . . . .	6

(а)

Содержание	
Выбор варианта и информация по выполнению . . . . .	3
Оформление результатов . . . . .	4
Задание № 1 . . . . .	4
Задание № 2 . . . . .	4
Задание № 3 . . . . .	5
Задание № 4 . . . . .	5
Задание № 5 . . . . .	5
Список рекомендуемых источников . . . . .	6

(б)

Рис. 4. – Вариативность контента методических указаний: а) задания для очной формы обучения; б) задание для заочной формы обучения

В соответствии с принятой логикой построения МД, содержание раздела «Оформление результатов» претерпевает существенные изменения в зависимости от выбранной формы обучения. Основное различие заключается в регламентации отчетности: если для очного отделения предусмотрена подготовка индивидуальных отчетов по каждой из девяти лабораторных работ, то для заочного – формирование единого консолидированного отчета по всей контрольной работе.

Динамическая трансформация данного раздела для различных вариантов МД наглядно представлена на рис. 5.

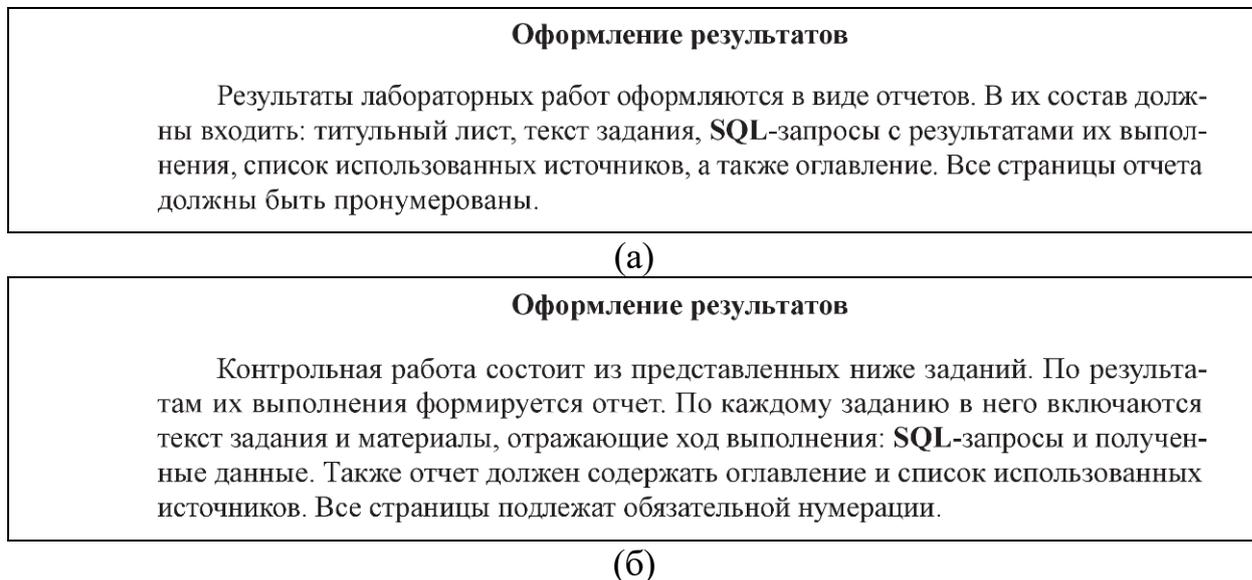


Рис. 5. – Вариативность раздела «Оформление результатов»: а) для очной формы обучения; б) для заочной формы обучения

Ниже приведены фрагменты исходного кода, демонстрирующие практическое применение команд инъекций для управления структурой документа. На рис. 6 показана реализация автоматической смены типа учебного задания в зависимости от активного маркера МД.

```
1 \newcommand{\exercise}{%
2   \refstepcounter{section}%
3   \section*{\putt{|fulltime|}}{Лабораторная
   ↪ работа}\putt{|parttime|}{Задание}~№\, \thesection}
4   \addcontentsline{toc}{section}{\putt{|fulltime|}}{Лаборатор
   ↪ ная
   ↪ работа}\putt{|parttime|}{Задание}~№\texorpdfstring{\,}
   ↪ {~}\thesection}
5 }
```

Рис. 6. – Реализация вариативности типа задания в исходном коде МД

В представленном фрагменте кода определена команда **exercise**, содержимое которой динамически формируется с помощью четырех инъекций непосредственно в процессе компиляции документа.

Далее на рис. 7 представлен фрагмент кода, обеспечивающий вариативность раздела «Оформление результатов», где структура текста динамически меняется под нужды очной или заочной форм обучения.

```
1 \sectionc{Оформление результатов}  
2  
3 \putf{|fulltime|}{fulltimeresult.tex}\putf{|parttime|}{partt  
  ↪ imeresult.tex}
```

Рис. 7. – Применение инъекций для настройки раздела «Оформление результатов»

Для формирования рассматриваемого раздела использованы две файловые инъекции. Они обеспечивают интеграцию контента из внешних источников в соответствии с активным маркером документа непосредственно в процессе компиляции.

### Заключение

В работе предложена методика создания семейств методических материалов на базе LuaLaTeX с применением МД, которая позволяет автоматически формировать их различные версии из единого исходного кода. Вместо ручного копирования и правки файлов автор использует программное управление контентом, что позволяет значительно повысить эффективность разработки и модернизации семейств методических материалов.

Благодаря механизму инъекций система самостоятельно адаптирует структуру документа под нужды конкретных групп студентов, например, меняя состав заданий и требования к отчетности для очной и заочной форм обучения. Такой подход исключает риск возникновения противоречий в данных и избавляет преподавателя от необходимости дублировать общие фрагменты текста. Использование бесплатного программного обеспечения (LuaLaTeX) делает данное решение доступным и экономически оправданным для применения в образовательном процессе. В конечном итоге система

гарантирует точность содержания и единообразие оформления всех документов, входящих в семейство.

### Литература

1. Гончарова Я.В., Полищук Ю.В. Способ синтеза мультивариантных документов с применением LuaLaTeX // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2024. Т. 21. №11(245). С. 35-45. DOI: 10.14489/vkit.2024.11.pp.035-045.
2. Дмитриев П.И. Автоматизация процесса формирования комплектов технической документации на основе онтологического подхода // Информация и космос. 2011. №1. С. 90-93.
3. Hamilton R.L. DocBook 5: The Definitive Guide. DocBook.org, 2009. 364 p.
4. Stayton B. DocBook XSL: The Complete Guide. Sagehill Enterprises. 2007. 778 p.
5. Walsh N., Muellner L. DocBook: The Definitive Guide. O'Reilly Media. 2003. 652 p.
6. Priestley M. XML and the Darwin Information Typing Architecture (DITA) // Communication Design Quarterly Review. 2001. Vol. 2. pp. 3–4. DOI: 10.1145/2168739.2168740.
7. Bellamy L. DITA Best Practices: A Roadmap for Writing, Editing, and Architecting in DITA. IBM Press. 2011. 416 p.
8. Kimber, E. DITA for Practitioners Volume 1: Architecture and Technology. XML Press. 2013. 350 p. ISBN 978-1-937-43406-9.
9. Bland R. DITA projects in Oxygen XML Editor. 2023. URL: [technicallywewrite.com/2023/09/14/aboutoxygen](https://technicallywewrite.com/2023/09/14/aboutoxygen).
10. Pawson D. XSL-FO. O'Reilly Media. 2002. 284 p.
11. Гуссенс М., Ратц С., Миттельбах Ф. Путеводитель по пакету LATEX и его графическим расширениям: иллюстрирование документов при помощи TEX'a и PostScript'a. М.: Мир, 2002. 621 с. ISBN 5-03-003388-2.

12. Полищук Ю.В. Способ синтеза интерактивных образовательных ресурсов формата PDF с применением LuaLaTeX // Программные продукты и системы. 2023. № 2. С. 281-285. DOI 10.15827/0236-235X.142.281-285.

13. Полищук Ю.В. Автоматизация процесса подготовки экзаменационных билетов с применением издательской системы LuaLaTeX // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2025) : Материалы IX Международной научно-практической конференции. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2025. С. 284-289.

14. Полищук Ю.В. О преимуществах использования языка программирования Lua в вузе // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2024): Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2024. С. 268-274.

### References

1. Goncharova Ya.V., Polishchuk Yu.V. Sposob sinteza mul'tivariantnykh dokumentov s primeneniem LuaLaTeX. Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy. 2024. T.21. №11(245). pp.35-45. DOI: 10.14489/vkit.2024.11.pp.035-045.

2. Dmitriev P.I. Avtomatizatsiya protsessa formirovaniya komplektov tekhnicheskoy dokumentatsii na osnove ontologicheskogo podkhoda. Informatsiya i kosmos. 2011. №1. pp. 90-93.

3. Hamilton R.L. DocBook 5: The Definitive Guide. DocBook.org, 2009. 364 p.

4. Stayton B. DocBook XSL: The Complete Guide. Sagehill Enterprises. 2007. 778 p.

5. Walsh N., Muellner L. DocBook: The Definitive Guide. O'Reilly Media. 2003. 652 p.

6. Priestley M. XML and the Darwin Information Typing Architecture (DITA). Communication Design Quarterly Review. 2001. Vol. 2. pp. 3–4. DOI: 10.1145/2168739.2168740.
7. Bellamy L. DITA Best Practices: A Roadmap for Writing, Editing, and Architecting in DITA. IBM Press. 2011. 416 p.
8. Kimber, E. DITA for Practitioners Volume 1: Architecture and Technology. XML Press. 2013. 350 p. ISBN 978-1-937-43406-9.
9. Bland R. DITA projects in Oxygen XML Editor. 2023. URL: [technicallywewrite.com/2023/09/14/aboutoxygen](https://technicallywewrite.com/2023/09/14/aboutoxygen).
10. Pawson D. XSL-FO. O'Reilly Media. 2002. 284 p.
11. Gussens M., Ratts S., Mittel'bakh F. Putevoditel' po paketu LATEX i ego graficheskim rasshireniyam: ilyustrirovaniye dokumentov pri pomoshchi TEX'a i PostScript'a. M.: Mir, 2002. 621 p. ISBN 5-03-003388-2.
12. Polishchuk Yu.V. Programmnyye produkty i sistemy. 2023. №2. pp. 281-285. DOI 10.15827/0236-235X.142.281-285.
13. Polishchuk Yu.V. Tsifrovyye transformatsii v obrazovanii (E-Digital Siberia'2025): Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Novosibirsk: Sibirskiy gosudarstvennyy universitet puty soobshcheniya, 2025. pp. 284-289.
14. Polishchuk Yu.V. Tsifrovyye transformatsii v obrazovanii (E-Digital Siberia'2024): Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Novosibirsk: Sibirskiy gosudarstvennyy universitet puty soobshcheniya, 2024. pp. 268-274.

**Автор согласен на обработку и хранение персональных данных.**

**Дата поступления: 21.01.2026**

**Дата публикации: 28.02.2026**