



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ ИУ «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

КАФЕДРА ИУ-7 «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

**РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
**К НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**  
**НА ТЕМУ:**

***«Формализация алгоритма обновления гипертекстового  
документа *Fiber* и анализ эффективности его  
использования в современных web-приложениях»***

Студент группы ИУ7-76Б

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

**П. А. Калашков**

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Руководитель

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

**Д. Е. Бекасов**

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

2023 г.

## **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем отчете о НИР использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1) DOM Living standart [1];
- 2) HTML Living standart [2];
- 3) DOM Level 3 Core Specification [3].

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

HTML — HyperText Markup Language — язык гипертекстовой разметки.

DOM — Document Object Model — объектная модель документа.

UI — User Interface — пользовательский интерфейс.

## ВВЕДЕНИЕ

Работа с гипертекстовыми документами является неотъемлемой частью жизни каждого человека, пользующегося Всемирной сетью и часто появляется потребность в просмотре различных гипертекстовых документов, а также в выполнении операций, приводящих к их изменению [4]. Возникает вопрос: каким образом стоит отображать документ и производить операции его обновления и построения?

Для взаимодействия с гипертекстовыми документами, входящими в сеть Интернет, существуют программы-браузеры. Преимущественная часть браузеров использует стандарт [1], обеспечивающий использование объектной модели документа [5].

**Целью данной работы** является анализ алгоритмов построения, обновления и отображения гипертекстового документа при помощи объектной модели и виртуальной объектной модели. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) изучить принципы работы объектной модели документа и виртуальной объектной модели документа;
- 2) сравнить и проанализировать трудоёмкости алгоритмов обновления документа с использованием объектной модели и виртуальной объектной модели на основе теоретических расчётов;
- 3) сделать выводы об эффективности использования изученных алгоритмов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. DOM Living standart [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://dom.spec.whatwg.org/>, свободный (дата обращения: 09.11.2022).
2. HTML Living standart [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://html.spec.whatwg.org/multipage/>, свободный (дата обращения: 09.11.2022).
3. Document Object Model (DOM) Level 3 Core Specification [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/2004/REC-DOM-Level-3-Core-20040407/>, свободный (дата обращения: 25.11.2022).
4. Демин И. С. Проблемы развития гипертекстовых сред — М: Вестник ОГУ, 2004. — 79 с.
5. Document Object Model (DOM) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Document\\_Object\\_Model](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Document_Object_Model), свободный (дата обращения: 09.11.2022).
6. Гипертекст — определение, Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/4426247](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4426247), свободный (дата обращения: 25.11.2022).
7. HTML [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/HTML>, свободный (дата обращения: 09.11.2022).
8. Интернет — определение, Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/2014701](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/2014701), свободный (дата обращения: 25.11.2022).

9. HTML5 is W3C recommendation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.w3.org/blog/news/archives/4167>, свободный (дата обращения: 09.11.2022).
10. World Wide Web Consortium (W3C) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.w3.org/>, свободный (дата обращения: 25.11.2022).
11. Яндекс.Радар Браузер в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://radar.yandex.ru/browsers>, свободный (дата обращения: 09.11.2022).
12. Сбалансированные деревья, М.В. Губко. — М.: Институт проблем управления РАН [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sbalansirovannye-derevya/viewer>, свободный (дата обращения: 09.11.2022).
13. DOM Element, Web API Reference [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Element#specifications>, свободный (дата обращения: 25.11.2022).
14. Chrome DevTools [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://developer.chrome.com/docs/devtools/>, свободный (дата обращения: 25.11.2022).
15. Избегайте чрезмерного размера DOM [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://web.dev/i18n/ru/dom-size/>, свободный (дата обращения: 25.11.2022).
16. Виртуальный DOM и детали его реализации в React [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/faq-internals.html#gatsby-focus-wrapper>, свободный (дата обращения: 12.11.2022).

17. Согласование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/reconciliation.html>, свободный (дата обращения: 12.11.2022).
18. Списки и ключи [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/lists-and-keys.html>, свободный (дата обращения: 25.11.2022).
19. Большакова Е. И., Мальковский М. Г., Пильщиков В. Н. Искусственный интеллект. Алгоритмы эвристического поиска (учебное пособие) — М.: Издательский отдел факультета ВМК МГУ (лицензия ИД № 05899 от 24.09.01), 2002. — 83 с.
20. Ульянов М. В. Ресурсно-эффективные компьютерные алгоритмы. Разработка и анализ. — М. Наука, Физматлит, 2007. — 376 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**



# **Анализ алгоритмов построения, обновления и отображения гипертекстового документа при помощи виртуальной объектной модели**

Студент: Калашков Павел Александрович ИУ7-56Б  
Научный руководитель: Бекасов Денис Евгеньевич

## **Цель работы**

Анализ алгоритмов построения, обновления и отображения гипертекстового документа при помощи объектной модели и виртуальной объектной модели.

## **Задачи работы**

- изучить принципы работы объектной модели документа и виртуальной объектной модели документа;
- сравнить и проанализировать трудоёмкости алгоритмов обновления документа с использованием объектной модели и виртуальной объектной модели на основе теоретических расчётов;
- сделать выводы об эффективности использования изученных алгоритмов.

# Обзор предметной области

Среди гипертекстовых документов (HTML, XML, SGML, XHTML) преобладают документы типа HTML в силу рекомендации Консорциума Всемирной паутины (W3C) к использованию HTML5.

Будут рассмотрены документы типа HTML5.

Пример HTML документа:

```
<!DOCTYPE HTML>  
<html>  
  <head>  
    <title/>  
  </head>  
  <body>  
    <div/>  
  </body>  
</html>
```

3

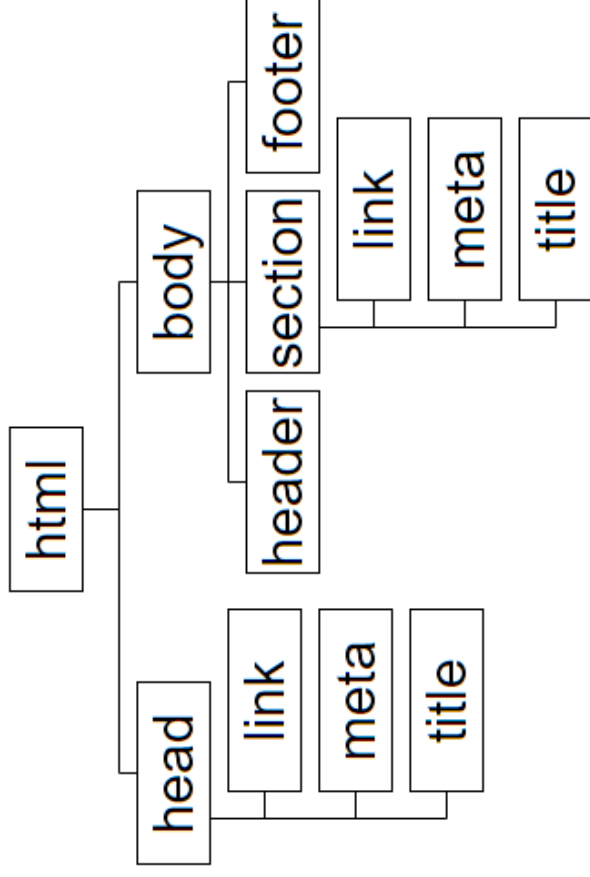
# Методы представления гипертекстовых документов

Объектная модель документа (Document Object Model, DOM)

Виртуальная объектная модель документа (Virtual Document Object Model, VDOM)

# Объектная модель документа (DOM)

Объектная модель документа — программный интерфейс для HTML, XML и CSV документов, обеспечивающий структурированное представление в виде дерева.

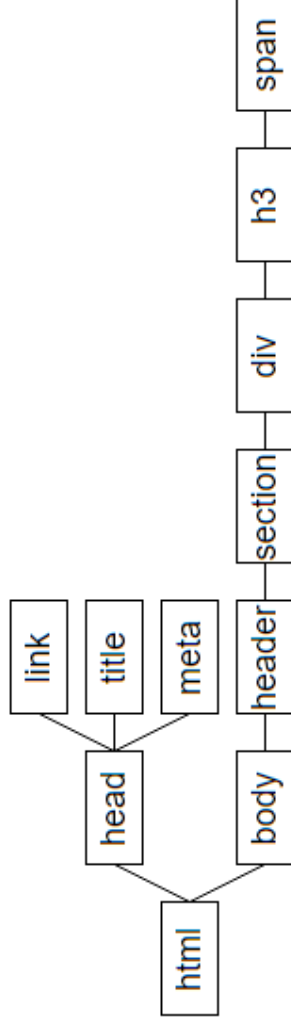


Пример DOM-дерева

# DOM: алгоритмы

При помощи DOM:

- алгоритм построения документа;
- алгоритм обновления документа;
- алгоритм отображения документа;



Пример обновлённого DOM-  
дерева со слайда 5

# **Виртуальная объектная модель документа (VDOM)**

Виртуальное представление пользовательского интерфейса хранится в памяти и синхронизируется с настоящей объектной моделью при помощи алгоритма согласования.

Вместо работы с DOM напрямую ведётся работа с его легковесной копией.

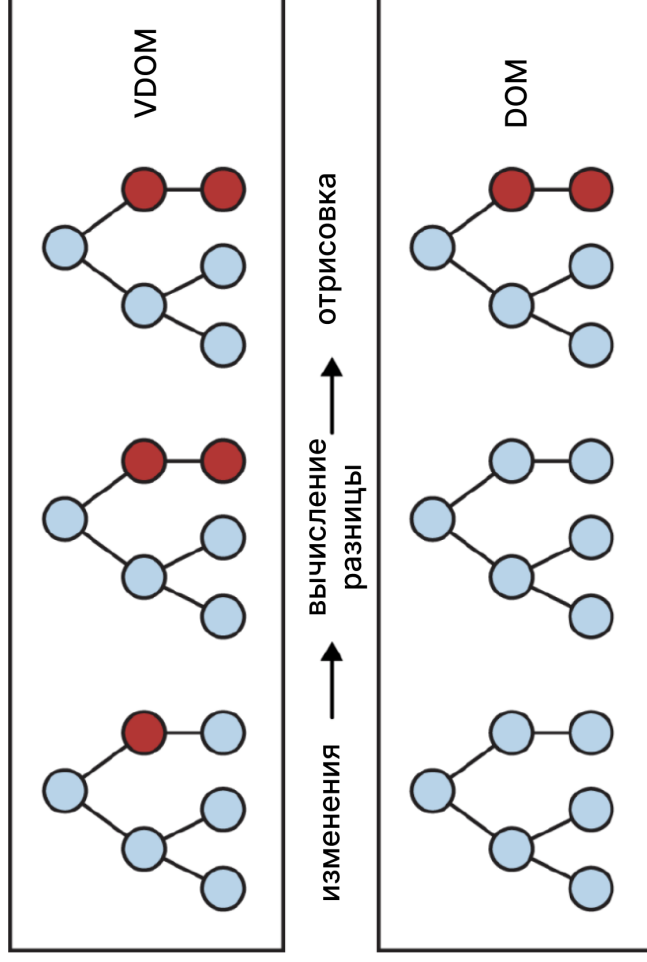


## **VDOM: алгоритмы**

При помощи VDOM:

- алгоритм построения документа;
- алгоритм обновления документа;
- алгоритм отображения документа;

# Алгоритм обновления документа с использованием VDOM



Существует задача трансформации одного дерева в другое с использованием минимального числа операций.

## Алгоритм согласования

Является алгоритмом решения проблемы трансформации одного дерева в другое, используя минимальное число операций. Основан на следующих предположениях:

1. Два элемента с разными типами произведут разные деревья.
2. Можно указать, какие элементы могут остаться стабильными между разными отображениями при помощи параметра `key`.

10

# Сравнение DOM и VDOM

Критерий	DOM	VDOM
Память	Больше, чем у VDOM	Меньше, чем у DOM
Поведение	Обновление DOM-дерева	Обновление изменяемого элемента
Доступ к HTML	Может менять HTML напрямую	Не может менять HTML напрямую
Смысл	Представляет собой UI документа	Является виртуальным представлением DOM

## Анализ трудоёмкости

Объектная модель документа:  $\Theta(xn)$

Виртуальная объектная модель документа:  $\Theta(xk)$

# Заключение

В рамках работы:

- изучены принципы работы объектной модели документа и виртуальной объектной модели документа;
- проведено сравнение и анализ трудоёмкости алгоритмов обновления документа с использованием объектной модели и виртуальной объектной модели на основе теоретических расчётов;
- сделаны выводы об эффективности использования изученных алгоритмов.