

*На правах рукописи*

**Быстрицкий Николай Дмитриевич**

**МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СРЕДСТВО  
ОЦЕНКИ КОРРЕКТНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

Специальность 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Москва – 2018

Работа выполнена в лаборатории Компьютерной безопасности Научно-исследовательского вычислительного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

**Научный руководитель:** **Макаров-Землянский Николай Викулович**  
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории Компьютерной безопасности Научно-исследовательского вычислительного центра ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

**Официальные оппоненты:** **Шубинский Игорь Борисович**  
доктор технических наук, профессор, генеральный директор ЗАО «ИБТранс» (г. Москва)

**Лукин Владимир Николаевич**  
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры № 806 «Вычислительная математика и программирование» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской академии наук» (ИПУ РАН)

Защита состоится «27» июня 2018 г. в 16 час. 30 мин. на заседании диссертационного совета Д 002.073.02 при Федеральном исследовательском центре «Информатика и Управление» Российской академии наук по адресу 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, к. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального исследовательского центра «Информатика и Управление» Российской академии наук по адресу 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, к. 2 и на сайте [www.frccsc.ru](http://www.frccsc.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Р.В. Разумчик

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы.

Реализовав в 1990 году первый в мире веб-браузер WorldWideWeb<sup>1</sup>, Tim Berners-Lee заложил основной принцип организации гипертекстовых документов посредством коммуникационного взаимодействия пользователя с информационной системой через сеть Интернет. Такие достоинства как структуризация информации, простота и привычность интерфейса, возможность удаленной работы и быстрота разработки веб-приложения позволили веб-обозревателю стать одним из обязательных самостоятельных приложений в составе большинства операционных систем, а интернет-ресурсам - одним из стратегически важных и динамически развивающихся видов информационных ресурсов. Современный информационный ресурс сегодня представляет собой не просто статичный набор веб-страниц, а многофункциональный портал с использованием различных средств и технологий, в том числе и применением различных шаблонов для разных уровней вложенности.

Неотъемлемой частью работоспособности информационного ресурса является выполнение всех возложенных на него задач и целей, т.е. корректность его функционирования. Такое понятие содержит довольно широкий спектр задач, таких как:

- предоставление и размещение на информационном ресурсе корректных сведений (контента, информации), не содержащих ложных/закрытых данных или запрещенного материала законодательством РФ;
- соответствие используемых технологий информационного ресурса существующим международным стандартам для обеспечения кроссбраузерного функционирования;
- наличие запрашиваемых источников (интернет-страниц, файлов и т.д.), непосредственно относящихся к информационному ресурсу;
- соответствие государственного информационного ресурса существующим требованиям законодательных и нормативно-методических документов РФ.

В 2013 г. Министерством экономического развития Российской Федерации была разработана «Методика мониторинга официальных сайтов органов государственной власти и местного самоуправления». Одним из важнейших этапов данного мониторинга является проверка корректности информационного ресурса. Исходя из обозначенного термина, разработанная по данной методике система АИС «Мониторинг государственных сайтов»<sup>2</sup> проводит:

- эвристический анализ предоставляемых сведений (контента, информации) органами государственной власти и местного самоуправления;

---

<sup>1</sup>Tim Berners-Lee: WorldWideWeb, the first Web client // Консорциум W3C. URL: <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/WorldWideWeb.html> (дата обращения: 11.04.2018).

<sup>2</sup>АИС «Мониторинг государственных сайтов» // Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: <https://gosmonitor.ru/> (дата обращения: 11.04.2018).

- поверхностный анализ заглавной страницы исследуемого информационного ресурса с помощью стороннего программного обеспечения без исследования всей структуры интернет-ресурса.

Однако проверка того, что интернет-ресурс корректно отображается в нескольких веб-браузерах, не дает абсолютно никакой гарантии его правильного отображения в других случаях. Существование такой проблемы подтверждают внесенные в 2014 году при разработке спецификации HTML5 консорциумом W3C предложения по анализу структуры HTML-документа<sup>3</sup>. Отчасти это связано с постоянно возрастающей сложностью веб-приложения, которая не позволяет разработчикам информационного ресурса своевременно контролировать качество написанного кода, тем самым вовремя выявлять возникающие функциональные ошибки. Такой периодический мониторинг качества кода информационного ресурса необходимо проводить не только при его разработке, но и при его эксплуатации.

Проблеме исследования корректности функционирования веб-приложений были посвящены многие научные работы, проводимые в Российской Федерации и за рубежом, а также в ряде диссертационных работ по данной тематике.

**Теоретическую базу исследования** составили работы известных российских учёных: В.Ф. Шаньгин, А.С. Марков, В.Л. Цирлов, А.В. Барабанов, Д.А. Мельников, И.О. Шелухин, Д.Ж. Сакалема, А.С. Филинова, В.В. Ерохин, Д.А. Погоньшева, И.Г. Степченко, а также зарубежных учёных: D. Stuttard, M. Pinto, J. Pauli, M. Shema, T. Canavan, S. Purewal, C. Eilers, J.R. Vacca, S. Davidoff, J. Nam, которые внесли значительный вклад в получение основополагающих результатов в области исследования корректности функционирования веб-приложений и в смежных областях. В этих работах рассматривались особенности функционирования веб-приложений в различных условиях, разрабатывались практические рекомендации по улучшению их функциональности. В ходе проведения научных работ, а также в ряде диссертационных работ по исследуемой области был создан уникальный научный задел, используемый и в настоящее время.

Однако проведенный в работе обзор ведущих программных средств, таких как Rational AppScan (IBM), Web Vulnerability Scanner (Acunetix), NTOSpider (NT Objectives, Inc.), NetSparker (Netsparker Ltd.), WebInspect (HP), Application Inspector (PT), SkipFish (Google), Validator Suite (W3C) и др. показал, что на сегодняшний день не существует программного средства, которое могло бы предоставить достоверную оценку корректности функционирования всего интернет-ресурса и провести комплекс мероприятий, направленных на устранение функциональных ошибок и повышение общей безопасности интернет-ресурса.

В результате, в сложившихся обстоятельствах, рассматриваемая проблема актуальна как для государственных информационных ресурсов, так и для

---

<sup>3</sup>8.2.8 An introduction to error handling and strange cases in the parser. Standard W3C: HTML5 A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. W3C Recommendation, 28 October 2014 // Консорциум W3C. URL: <http://www.w3.org/TR/html5/> (дата обращения: 11.04.2018).

интернет-ресурсов коммерческих компаний, деятельность которых базируется на функционально-корректном предоставлении информации и услуг через сеть Интернет, что в свою очередь предопределяет необходимость совершенствования методов и методик автоматизированного выявления ошибок в работе информационных ресурсов.

В диссертационной работе проведены новые исследования в области обеспечения корректного функционирования веб-приложений, активно проводимых мировым сообществом в течение последних 15 лет одновременно с развитием и совершенствованием телекоммуникационных технологий, и направленных на теоретическое и экспериментальное исследование проблем функциональной корректности веб-приложений в сети Интернет. Использование разработанного в диссертации нового методического аппарата позволит не только повысить эффективность функционирования информационного ресурса, но и получить достоверную оценку его корректности за счет использования новых подходов в проведении анализа. Полученные в диссертационной работе результаты будут способствовать более полному решению проблем корректного функционирования интернет-ресурсов. Диссертационный материал и содержащиеся в нем выводы и предложения могут быть использованы в качестве основы для проведения дальнейших научных исследований и практического совершенствования корректности функционирования интернет-ресурсов.

**Объект исследования** – информационные ресурсы.

**Предмет исследования** – методы и инструментальные средства по оценке функциональной корректности информационного ресурса.

**Целью диссертационной работы** является разработка методики оценки корректности функционирования информационных ресурсов и разработка инструментального средства и практических рекомендаций по улучшению их функциональности для пользователя.

**Для достижения поставленной цели в работе поставлены и решаются следующие задачи:**

- анализ основных результатов существующих исследований, требований законодательных и нормативно-методических документов, определяющих корректное функционирование информационных ресурсов;
- разработка алгоритмов проведения анализа корректности функционирования исходных текстов интернет-страниц информационного ресурса;
- разработка методики оценки корректности функционирования информационного ресурса;
- разработка алгоритма и инструментального программного средства анализа исходных текстов сверхбольших информационных ресурсов с использованием параллельных технологий для получения за приемлемое время объективной оценки корректности его функционирования;
- на основе проведенных прикладных исследований разработка предложений и рекомендаций по повышению функциональной корректности информационных ресурсов.

**Основными научными результатами, выносимыми на защиту, являются:**

1. Методика оценки корректности функционирования информационных ресурсов.
2. Алгоритмы проведения анализа исходных текстов интернет-страниц информационного ресурса.
3. Алгоритм анализа исходных текстов сверхбольших информационных ресурсов с использованием параллельных технологий.

**Научная новизна** диссертационного исследования состоит в следующем:

1. Разработана новая методика определения оценки корректности функционирования информационного ресурса, которая, в отличие от существующих методик, предполагает исследование всей структуры информационного ресурса и выявление особенностей взаимодействия между собой составляющих его элементов.

2. Разработаны новые алгоритмы проведения анализа исходных текстов интернет-страниц информационного ресурса, которые, в отличие от существующих, на основе принципов построения интернет-страниц и исследования функциональных связей, учитывают различные неоднозначные трактовки используемых международных интернет-стандартов.

3. Разработан новый алгоритм анализа исходных текстов сверхбольших информационных ресурсов с использованием параллельных технологий, который позволяет, в отличие от существующих алгоритмов, более эффективно использовать все возможности не только процессорной системы, но и пропускную способность имеющегося канала связи для получения за приемлемое время оценки корректности его функционирования.

**При выполнении исследования использовалась** методология программирования, теория алгоритмов, методологический аппарат синтаксических моделей теории графов и множеств. Достоверность предлагаемого в диссертации подхода обоснована проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями.

**Практическая значимость** полученных результатов состоит:

1. В разработке и реализации на основе созданной методики оценки корректности функционирования информационных ресурсов программного комплекса «Анализатор исходных текстов информационного ресурса «Акула»<sup>4</sup>.

2. В проведении прикладных исследований по оценке корректности функционирования информационных ресурсов, результаты которых показали недостаточное соблюдение требований международных интернет-стандартов, что позволяет сформировать предложения и рекомендации по повышению функциональной корректности информационных ресурсов.

3. В обеспечении корректного функционирования информационных ресурсов для точного выполнения возложенных задач с целью функционально-

---

<sup>4</sup>Автор: Быстрицкий Н.Д. Правообладатели: Макаров-Землянский Н.В., Быстрицкий Д.К. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2015616442 от 09.06.2015.

корректного предоставления пользователям информации и услуг через сеть Интернет, что подтверждено актами внедрения следующих организаций:

- ООО «ЦСС» (внедрение в Систему регистрации, анализа и мониторинга событий информационной безопасности);

- ФНС России (внедрение для обнаружения и предотвращения компьютерных атак на собственные информационные ресурсы в качестве «Агента мониторинга»);

- Администрация г. Фрязино, ООО «НТЦ «СОТИС» (внедрение в практическую деятельность для сопровождения собственных информационных ресурсов).

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научной конференции «Ломоносовские чтения» (2013, 2016 гг.), на XV международной научно-практической конференции «Современное состояние естественных и технических наук» (2014г.), на XVI международной научно-практической конференции «Техника и технология: новые перспективы развития» (2015г.), на научном семинаре «Проблемы современных информационно-вычислительных систем» под руководством д. ф.-м. н., проф. В.А. Васенина (2015г.), на научно-методологическом семинаре НИВЦ МГУ имени М.В. Ломоносова под руководством д. ф.-м. н., проф. А.В. Тихонравова (2017г.), на семинаре «Оптимальное восстановление по точным и приближенным данным» под руководством д. ф.-м. н., проф. К.Ю. Осипенко (2017г.), на совещании-семинаре работников налоговых органов ФНС России по теме информационной безопасности в Федеральной налоговой службе (2017г.), на регулярных семинарах лабораторий компьютерной безопасности и анализа информационных ресурсов НИВЦ МГУ имени М.В. Ломоносова.

**Основные результаты диссертации опубликованы** в 9 печатных работах [1-9], среди которых 4 статьи из списка журналов, рекомендованных ВАК [1-4].

**Личный вклад автора.** Все исследования, результаты которых изложены в диссертационной работе, проведены лично автором в процессе научной деятельности. Из совместных публикаций в результаты диссертационной работы включен лишь тот материал, который непосредственно принадлежит автору.

Работы [3-6, 9] написаны единолично. В работах [1, 2, 7] Быстрицкому Н.Д. принадлежат: подход к проведению анализа веб-приложений, алгоритм работы программного комплекса «Анализатор исходных текстов информационного ресурса «Акула», обзор исследований по корректному функционированию информационных ресурсов, Макарову-Землянскому Н.В. принадлежит постановка задачи и проверка результатов. В работе [8] Быстрицкому Н.Д. принадлежит обзор проблем корректного взаимодействия пользователя с информационным ресурсом в сети Интернет, Мартянову Е.А. принадлежит постановка задачи исследования по оценке защищенности информационных ресурсов.

**Диссертация состоит** из введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка цитируемой литературы и приложения. Общий объем работы составляет 148 страниц машинописного текста, включая 30 рисунков, 10 таблиц и список литературы из 155 наименований.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и основные задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов и изложено краткое содержание диссертации.

**В первой главе** проведен аналитический обзор исследований по корректному функционированию информационных ресурсов.

Представленный анализ взаимодействия пользователя с информационным ресурсом в сети Интернет свидетельствует о том, что политика корректного функционирования информационного ресурса должна быть сформирована таким образом, чтобы максимально предсказать любые возможные действия ошибочного характера. Это позволит существенно повысить корректность его функционирования, но не решит полностью поставленной задачи. Во-первых, существующие технологии не всегда явно показывают наличие критических проблем, и лишь со временем приходит новое переосмысление или выявление некоторых из них. Во-вторых, хотя используемые технологии постоянно совершенствуются, выявленные сегодня проблемы могут не затронуть проблем, которые возможно возникнут в будущем [6, 7].

Главная трудность при решении сформулированной задачи исследования заключается в практической невозможности её выражения в аналитическом виде. Поэтому для её решения целесообразно осуществить декомпозицию общей задачи исследований на отдельные частные подзадачи, допускающие их точную формализованную постановку и последующее решение, и на этой основе научно обосновать требования к обеспечению функциональной корректности информационных ресурсов.

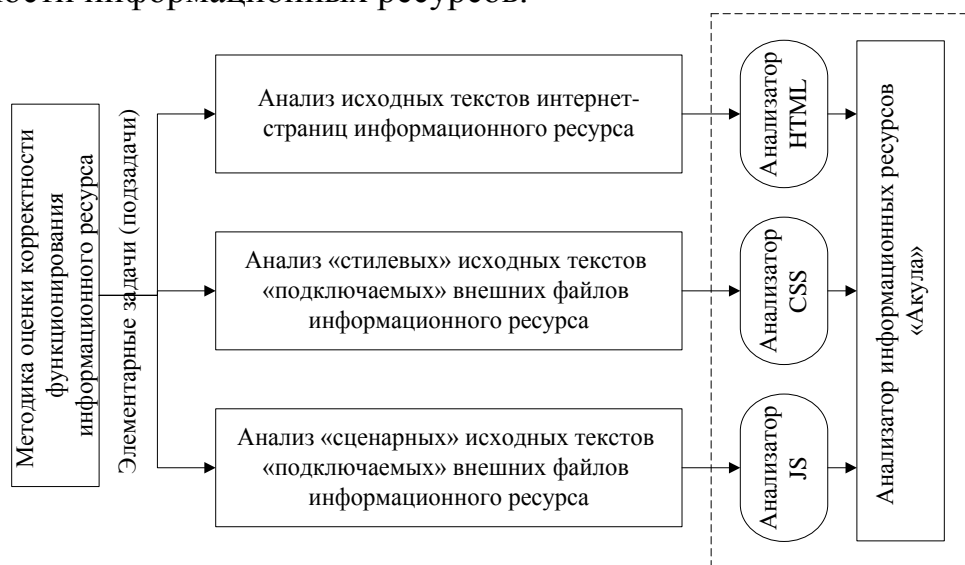


Рис. 1. Декомпозиция задачи исследования на подзадачи



Исходя из этого, общая задача проведения диссертационных исследований может быть декомпозирована на следующие частные подзадачи (рис. 1):

- разработка алгоритма анализа исходных текстов интернет-страниц информационного ресурса;
- разработка алгоритма анализа «стилевых» исходных текстов «подключаемых» внешних файлов информационного ресурса;
- разработка алгоритма анализа «сценарных» исходных текстов «подключаемых» внешних файлов информационного ресурса;
- разработка принципов проведения исследования исходных текстов системы управления содержимым при углубленном анализе информационного ресурса.

Обзор и анализ проведенных на данный момент исследований в области функциональной корректности информационных ресурсов позволил определить, что ни одна из существующих методик не может предложить исчерпывающий набор методов и инструментов для выявления присутствующих в информационном ресурсе функционально-некорректных конструкций. А это значит, что существующие на сегодняшний день методы и методики являются несовершенными, а данная проблема по-прежнему остается нерешенной. Более того, само понятие корректности функционирования всего информационного ресурса находится лишь на «интуитивном» уровне, при котором его проверка фактически происходит исходя из «пользовательского принципа» для решения частных задач [5].

Для проведения объективного сравнения аналогичных программных продуктов было сформировано множество групп соизмеримых характеристик, общее число сравниваемых параметров которых составляет 103<sup>5</sup>:

1. Поддержка различных протоколов (6);
2. Используемые методы аутентификации (4);
3. Методы управления сетевым сеансом (6);
4. Параметры сканирования структуры информационного ресурса (15);
5. Исследование элементов структуры информационного ресурса (13);
6. Методика тестирования информационного ресурса (42);
7. Функциональные возможности анализатора (15);
8. Предоставляемая отчетность (2).

В диссертационной работе описаны различные частные случаи исследований информационных ресурсов, для которых имеются готовые программные решения. Таким образом, численная оценка реализованных возможностей сравниваемых программных продуктов определяется по формуле:

$$h_j^k = \sum_{i=1}^N a_{ij} p_i^k,$$

где  $k$  – порядковый частный случай исследования информационного ресурса,  $N$  – суммарное число характеристик,  $a_{ij} = \{0, 0.5, 1\}$  – степень реализации  $i$ -ой характеристики для  $j$ -го программного обеспечения,  $p_i^k \in [0, 1]$  – степень зна-

---

<sup>5</sup>Static Analysis Technologies Evaluation Criteria // The Web Application Security Consortium. URL: <http://projects.webappsec.org/w/page/66094278/Static%20Analysis%20Technologies%20Evaluation%20Criteria> (дата обращения: 11.04.2018).

чимости характеристики для  $k$ -го случая исследования информационного ресурса,  $h_j^k$  – суммарное численное значение реализованных характеристик для  $j$ -го программного обеспечения для  $k$ -го случая исследования информационного ресурса.

Исследование, выполненное для частного случая (функциональная корректность информационного ресурса), показывает, что предложенный в диссертационной работе анализатор обладает рядом уникальных характеристик, которые не были реализованы в иных программных продуктах (рис. 2).

Для определения критерия корректности функционирования информационного ресурса примем следующее:

- числовое значение метрики исходного кода (подсчет числа ошибок на 1000 строк кода), типичной для большинства программ<sup>6</sup>;
- типы выявленных ошибок исходного кода (предупреждающие, критические);
- типы выявленных веб-ссылок (ошибочные, циклические).

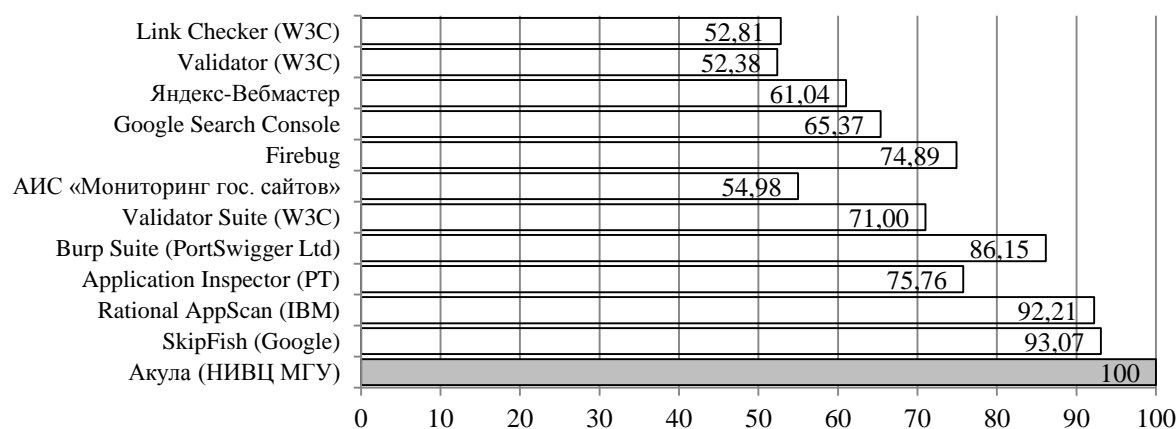


Рис. 2. Сравнение разрабатываемого анализатора с аналогичными продуктами

Исходя из этих положений, сформированный критерий включает четыре состояния информационного ресурса, каждое из которых позволяет оценить корректность его функционирования (табл. 1).

Табл. 1. Критерий корректности функционирования информационного ресурса

Результат оценки	Значение метрики	Типы ошибок	Ошибочные ссылки	Цикличность ресурса
<b>Некорректный</b>	> 5	Предупреждающие, критические	Присутствуют	Присутствует
<b>Потенциально некорректный</b>	[1,5]	Предупреждающие, критических	Присутствуют	Присутствует
<b>В целом корректный</b>	(0,1)	Предупреждающие	В целом отсутствуют	В целом отсутствует
<b>Корректный</b>	0	Не выявлено	Отсутствуют	Отсутствует

Таким образом, принимая во внимание недостатки проведенных ранее исследований, в данной работе предложена новая система показателей и кри-

<sup>6</sup>Ann Marie Neufelder. Current defect destiny statistics // Softrel, LLC. URL: <http://www.softrel.com/Current%20defect%20density%20statistics.pdf> (дата обращения: 11.04.2018).

терий оценки корректности функционирования информационных ресурсов, которая позволяет сформировать вербальную и математическую постановку задачи проведения исследований и разработать методическую схему её решения с учетом факторов, оказывающих наибольшее влияние, а также принятых ограничений и допущений при проведении исследований. Анализ основных составляющих элементов информационного ресурса как потенциальных объектов для нарушения его функциональности позволяет свести сформулированную научно-исследовательскую задачу к решению иерархической системы взаимосвязанных частных задач [8].

**Во второй главе** предложен новый методический аппарат оценки корректности функционирования информационного ресурса. Проведённая в первой главе декомпозиция задачи позволяет сформировать единый алгоритм проведения анализа исходных текстов интернет-страниц информационного ресурса в соответствии с национальными и международными стандартами структурирования информации (рис. 3) [3].

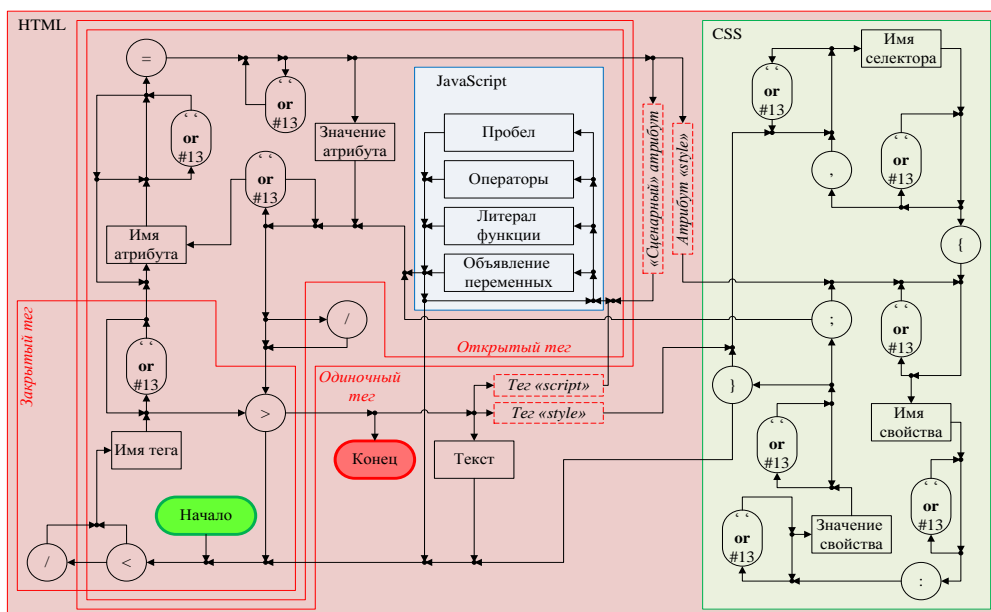


Рис. 3. Схема синтаксического разбора интернет-страницы информационного ресурса

На основе разработанного алгоритма представлена методика оценки корректности функционирования информационного ресурса, которая включает не только анализ исходных текстов информационного ресурса в сети Интернет «со стороны клиента», но и позволит в дальнейшем проводить анализ исходных текстов системы управления содержимым для детального анализа информационного ресурса.

В отличие от методик испытаний информационного ресурса, разработанных ранее для IBM Rational AppScan и Acunetix Web Vulnerability Scanner, данная методика предполагает не частичное, а полное исследование исходных текстов информационного ресурса с проверкой таких его характеристик как:

- надежность (отсутствие сбоев в работе системы при проведении испытаний);

- полнота (определение отношения числа доступных интернет-страниц и подключаемых внешних файлов информационного ресурса к общему объему найденных интернет-ссылок внутри информационного ресурса);

- качество (определение отношения числа функционально правильно работающих интернет-страниц и подключаемых внешних файлов информационного ресурса к общему объему найденных интернет-страниц и подключаемых внешних файлов информационного ресурса).

**В третьей главе** на основе приведенной выше методики описан разработанный программный комплекс «Анализатор исходных текстов информационного ресурса «Акула» [1, 2].

С учетом выявленных недостатков в программных средствах, сформированы требования к возможностям разрабатываемого веб-анализатора, основными особенностями которого является:

- кроссплатформенность (использована открытая среда разработки программного обеспечения Lazarus, позволяющая создавать программное обеспечение на всех популярных на сегодняшний день аппаратных и программных платформах);

- масштабируемость (достигается с помощью предлагаемого алгоритма анализа исходных текстов сверхбольших информационных ресурсов с использованием параллельных технологий (рис. 5) [4]).

Таким образом, на основе заданных требований выбрана среда разработки, сформулированы требуемые характеристики анализатора, определены используемые структурные компоненты и разработан прикладной алгоритм для проведения комплексного анализа информационного ресурса, который состоит из трех ключевых этапов (рис. 4):

- загрузка интернет-страницы/составляющих подключаемых внешних файлов информационного ресурса;

- проведение анализа интернет-страницы/составляющих подключаемых внешних файлов информационного ресурса;

- анализ найденных веб-ссылок.

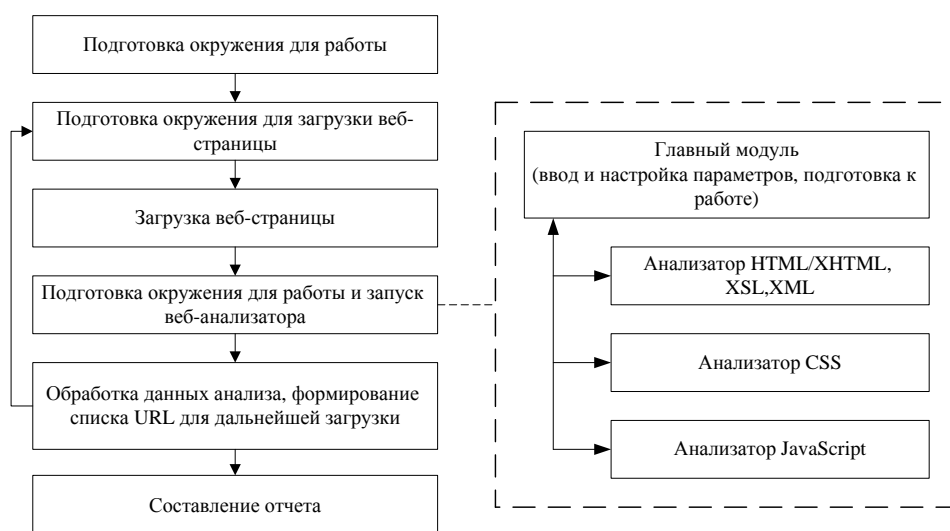


Рис. 4. Алгоритм функционирования «Анализатора исходных текстов информационного ресурса «Акула»

Первый этап состоит в правильном выборе, настройке и использовании сетевого модуля или компонента. Целью данного этапа является получение исходного текста интернет-страницы, «подключаемого» внешнего стилевого и сценарного файлов информационного ресурса.

Второй этап заключается в проведении процесса анализа исходного кода разработанными веб-анализаторами – HTML, CSS, JavaScript. В отличие от веб-сканера Application Inspector, разработанного компанией Positive Technologies, в «Анализаторе исходных текстов информационного ресурса «Акула» каждая используемая ключевая технология для анализа (HTML, CSS, JavaScript) имеет собственную внутреннюю структуру, решающую конкретные задачи именно с учетом специфики языка. Причем для каждого отдельного модуля разработана собственная база данных некорректных конструкций. Такой подход позволяет повысить достоверность поиска для строго определенного класса задач.

Последний этап заключается в проведении анализа найденных URL-ссылок на исследуемой интернет-странице, выявленных на предыдущем этапе, и формировании списка URL-ссылок для дальнейшего исследования с использованием последовательной проверки предъявляемых критериев.

По результатам работы происходит формирование отчета, в котором содержится полная информация о результатах проведенного исследования.

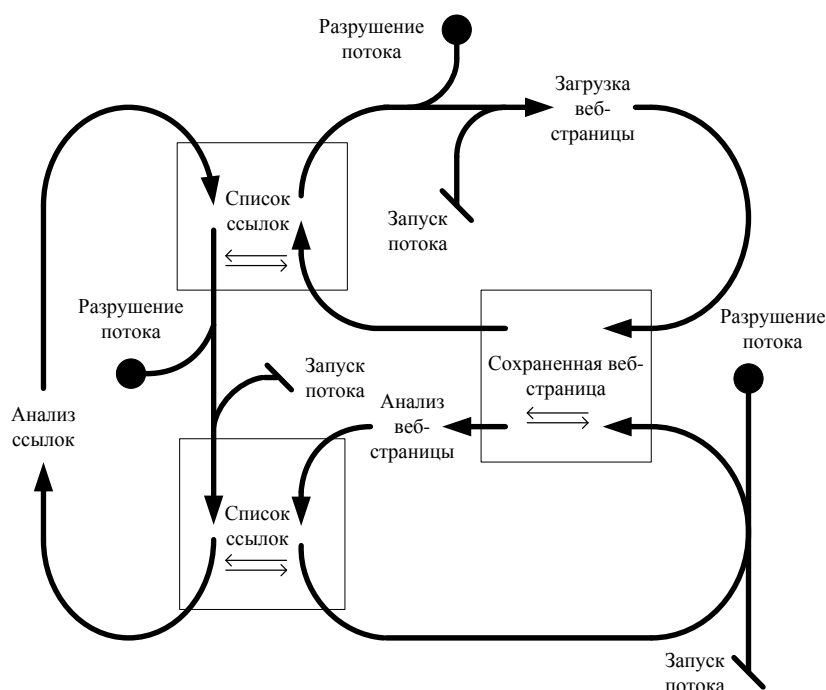


Рис. 5. Общая схема предложенного алгоритма многопоточной реализации функционирования «Анализатора исходных текстов информационного ресурса «Акула»

Однако, последовательное выполнение этапов анализа затрудняет исследование всего интернет-ресурса. Учитывая тот факт, что каждый из этапов является независимым, рационально выделить для каждого из этапов отдельный поток для анализа (рис. 5) [4].

Для апробации вышеуказанных положений были проведены натурные испытания с последовательным и с параллельным алгоритмами анализа двух отличающихся по объему интернет-ресурсов (рис. 6).

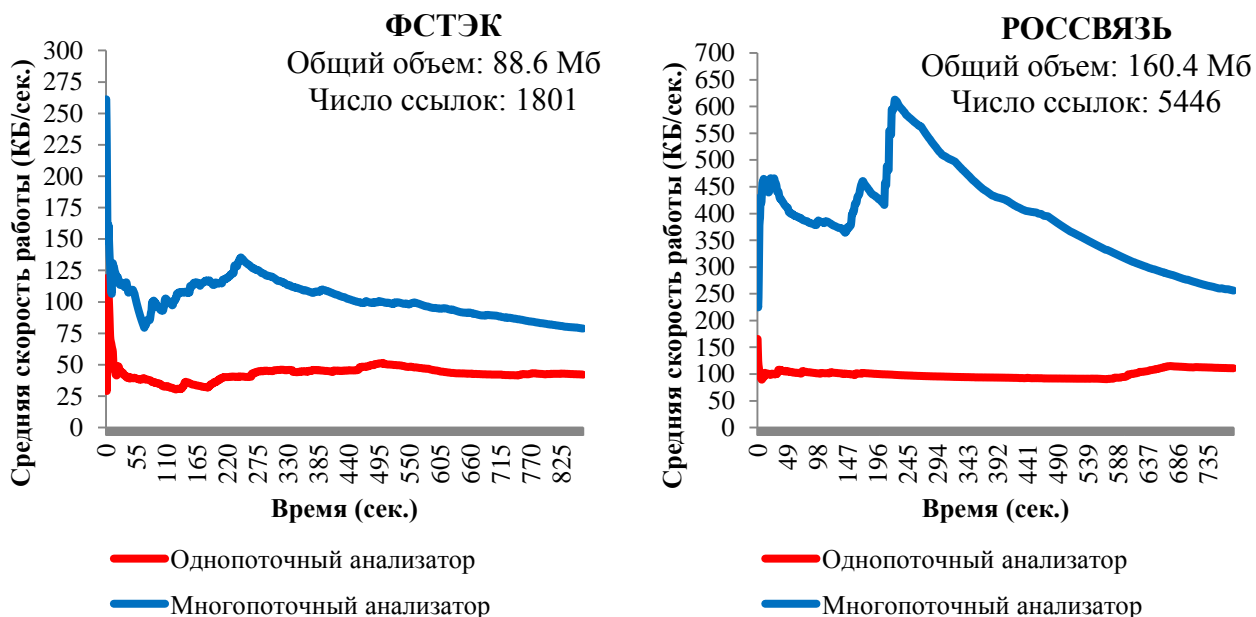


Рис. 6. Сравнение скоростей работы однопоточного и многопоточного анализаторов

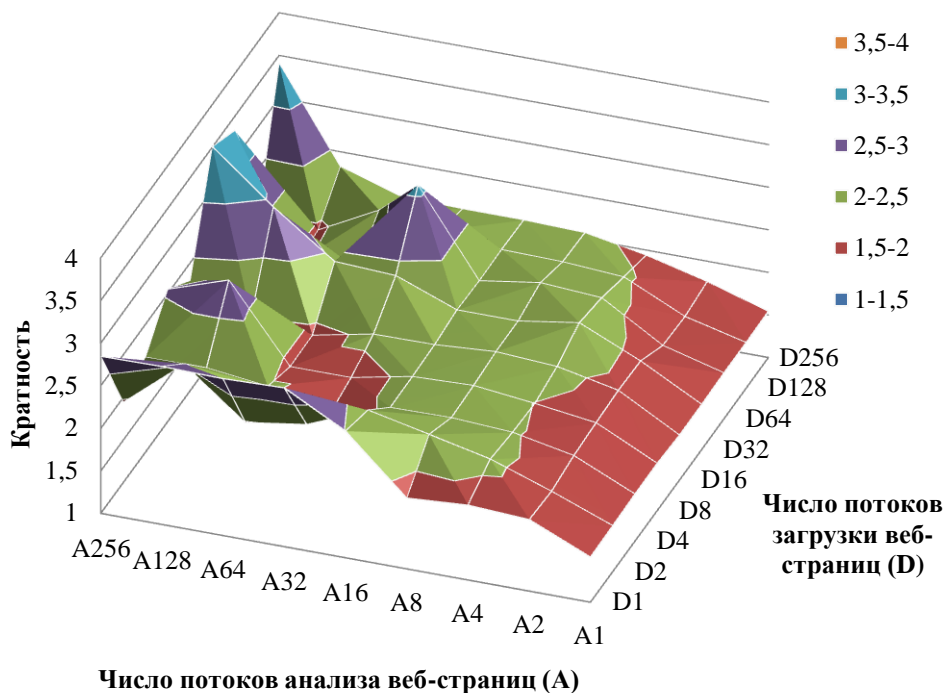


Рис. 7. Сравнение времени проведения анализа интернет-ресурса РОССВЯЗЬ при многопоточной и однопоточной реализации (число потоков анализа веб-ссылок равно 1)

Результаты исследований первого интернет-ресурса показали прирост скорости проведения анализа в среднем в 2.4 раза, а для второго - в 4 раза. Прирост производительности связан со следующими факторами:

- высокая доступность компонентов информационного ресурса;
- разный объем информационного ресурса для обработки.

Кроме того, для оптимизации работы каждого из потоков необходимо дополнительное распараллеливание самого потока. Такой подход позволяет значительно повысить быстродействие процесса исследования информационного ресурса (время анализа интернет-ресурса на тестовом стенде сокращается почти в 3.5 раза - с 12 до 3.5 минут) (рис. 7). Причем, численный результат зависит не только от произведенных модификаций, но также от доступности компонентов информационного ресурса и вычислительной мощности оборудования.

Предлагаемый подход с применением хеш-таблиц для проведения поиска веб-ссылок позволяет задействовать возможности не только процессорной системы, но и пропускную способность имеющегося канала связи для проведения более быстрого анализа всего информационного ресурса. Данные технологии позволяют повысить эффективность анализа, а также дают возможность провести оценку корректности функционирования сверхбольших информационных ресурсов за приемлемое для анализа время.

**В четвертой главе** рассмотрены особенности, возникающие при проведении практических исследований информационных ресурсов, в частности:

- при обработке длинных веб-ссылок;
- при однозначном определении веб-страницы структуре в информационного ресурса.

Подробно описано внедрение полученных в диссертационной работе результатов в многоуровневую информационно-аналитическую Систему РАМС ИБ и их применение при сопровождении информационных ресурсов.

Проведенные прикладные исследования позволили сформировать предложения и рекомендации для повышения функциональной корректности информационных ресурсов:

1. Составляющие информационного ресурса, соответствующие требованиям, предъявляемым ISO 8879, W3C и ECMA 262 на отсутствие недеklarированных конструкций, межтеговых программных вставок и некорректно заданных значений атрибутов и свойств позволят получить кроссбраузерный код.

2. Составляющие информационного ресурса, имеющие правильно-построенную структуру HTML документа HTML DOM, позволят обеспечить функционально-корректное восприятие кода браузером.

3. Информационный ресурс, не содержащий ссылки на один и тот же материал под разными именами, позволит строго структурировать и даст возможность различным поисковым системам точно определить запрашиваемую информацию.

4. Информационный ресурс, не содержащий сверхдлинные ссылки, позволит исключить некорректную работу веб-обозревателя (обеспечить гарантированное предоставление информации пользователю).

**В заключении** сформулированы основные научные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе:

1. На основании анализа особенностей построения интернет-ресурсов и различных исследований, активно проводимых мировым сообществом в области обеспечения корректности их функционирования (с учетом факторов, оказывающих наибольшее влияние на информационные ресурсы, принятых ограничений и допущений) позволило усовершенствовать автоматизированное выявление ошибок в работе информационных ресурсов: сформировать критерий для оценки корректности функционирования информационных ресурсов; сформулировать смысловую и формализованную постановку задачи исследования и предложить методическую схему её решения.

2. На основе принципов построения интернет-страниц и исследования функциональных связей разработаны новые алгоритмы проведения анализа исходных текстов информационных ресурсов, что позволяет, с учетом рекомендаций международных интернет-стандартов, строго формализовать синтаксис интернет-страниц и выявить функционально-некорректные конструкции.

3. Разработана новая методика оценки корректности функционирования информационного ресурса. Предложенный методический подход, в отличие от существующих, позволяет получить достоверную оценку корректности функционирования всего информационного ресурса, т.к. предполагает проведение анализа не только всей его структуры и выявление особенностей взаимодействия составляющих его элементов между собой, но и предоставляет возможность прогнозировать динамику изменений корректности функционирования информационного ресурса во времени.

4. Для автоматизированного проведения этапов прикладных исследований исходных текстов информационного ресурса на основании разработанной новой методики и алгоритмов анализа реализован программный комплекс «Анализатор исходных текстов информационного ресурса «Акула», который позволяет проводить оценку корректности функционирования сверхбольших информационных ресурсов за приемлемое для анализа время.

5. Полученные экспериментальные результаты по оценке корректности функционирования информационных ресурсов подтвердили объективность выбранного критерия оценки и определили высокую практическую значимость проведенной работы. Это позволяет использовать разработанную методику для широкого применения при разработке и эксплуатации как государственных, так и коммерческих информационных ресурсов для повышения их функциональности и выяснения причин их некорректной работы. Разработанный программный комплекс «Анализатор исходных текстов информационного ресурса «Акула» даст возможность не только существенно уменьшить потенциальный вред пользователю информационного ресурса, но и выйти исследо-



ваниям в этой области на качественно новый уровень развития и определить перспективные направления исследований в таких областях как:

- решение актуальных фундаментальных задач в области кибербезопасности, участие в формировании стратегии национальной кибербезопасности Российской Федерации;

- моделирование на базе суперкомпьютеров МГУ компьютерных инцидентов для исследования критических ситуаций с целью выявления аномалий, формирование методов расследования, выдача рекомендаций по блокированию киберугроз;

- формирование методов оперативного обнаружения и эффективного отражения компьютерных атак, обеспечения безопасности критически важных информационных систем, разработка методов координации и управления деятельностью субъектов критической информационной инфраструктуры (система поддержки принятия решения);

- комплексное обучение специалистов по обнаружению, предупреждению и ликвидации последствий компьютерных атак на критические объекты информационной инфраструктуры;

- поддержка государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации;

- разработка методов защиты национальных протоколов каналов управления критических объектов с использованием индустриального и промышленного интернета;

- разработка перспективных средств защиты информации от компьютерных атак;

- формирование методов блокирования сбора неструктурированных публичных данных, промышленной и экономической компьютерной разведки информационных ресурсов Российской Федерации;

- разработка методов визуализации представления данных в области информационной безопасности;

- создание отечественных анализаторов исходных текстов нового поколения для проведения сертификации средств защиты информации по требованиям безопасности информации.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

- 1. Быстрицкий Н.Д., Макаров-Землянский Н.В. Анализ web-приложений // Естественные и технические науки, №5(67), 2013. С. 294-295. ISSN 1684-2626. – 0.23 п.л. – авт. 0.15 п.л.**
- 2. Быстрицкий Н.Д., Макаров-Землянский Н.В. Функционирование анализатора web-ресурсов // Естественные и технические науки, №6(68), 2013. С. 295-296. ISSN 1684-2626. – 0.23 п.л. – авт. 0.15 п.л.**
- 3. Быстрицкий Н.Д. Алгоритм анализа интернет-страниц информационного ресурса // Фундаментальные исследования, №6-3, 2015. С. 443-446. ISSN 1812-7339. – 0.46 п.л. – авт. 0.46 п.л.**

4. Быстрицкий Н.Д. Проведение анализа информационных ресурсов с использованием параллельных технологий // *Успехи современной науки*, №12, Том 8, 2016. С. 182-187. ISSN 2412-6608. – 0.69 п.л. – авт. 0.69 п.л.
5. Быстрицкий Н.Д. Актуальные проблемы исследования веб-ресурсов // *Современное состояние естественных и технических наук: Материалы XV международной научно-практической конференции (16.06.2014)*, 2014. С. 44-47. ISBN 978-5-9973-3011-8. – 0.23 п.л. – авт. 0.23 п.л.
6. Быстрицкий Н.Д. Проблемы безопасного использования пользователем веб-приложений // *Актуальные проблемы современной науки*, №5(78), 2014. С. 142-145. ISSN 1680-2721. – 0.46 п.л. – авт. 0.46 п.л.
7. Быстрицкий Н.Д., Макаров-Землянский Н.В. Необходимые требования для обеспечения безопасности функционирования интернет-ресурса // *Актуальные проблемы современной науки*, №6(79), 2014. С. 239-242. ISSN 1680-2721. – 0.46 п.л. – авт. 0.3 п.л.
8. Быстрицкий Н.Д., Мартьянов Е.А. Получение оценки защищенности web-ресурсов // *Аспирант и соискатель*, №6(84), 2014. С. 81-83. ISSN 1608-9014. – 0.35 п.л. – авт. 0.23 п.л.
9. Быстрицкий Н.Д. Исследование защищенности региональных и муниципальных информационных ресурсов // *Техника и технология: новые перспективы развития: Материалы XVI международной научно-практической конференции (20.02.2015)*, 2015. С. 55-64. ISBN 978-5-9973-3291-4. – 0.58 п.л. – авт. 0.58 п.л.