



# ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

## DIGITAL TECHNOLOGY FOR INCLUSION

DOI 10.22363/2312-8631-2022-19-1-29-44

УДК 004.05

Научная статья / Research article

### Исследование доступности веб-сайтов вузов России для лиц с ограничениями по зрению

А.С. Пудич  , М.Г. Гриф , М.А. Бакаев *Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия* [pudichas@gmail.com](mailto:pudichas@gmail.com)

**Аннотация.** *Постановка проблемы.* В современном мире увеличилась востребованность веб-сайтов вузов. По закону в России на образовательные сайты внедрены версии для слабовидящих. Целью исследования стала оценка (преимущественно автоматическим способом) данных сайтов на предмет доступности и качества версий для слабовидящих, а также выявление лучшего способа реализации таких решений и создания доступных сайтов в целом. *Методология.* Разработана программная система сбора метрик с сайтов в двух версиях: обычной и для слабовидящих. Сравниваются количественные метрики на основе html-кода и визуального анализа скриншотов главных страниц. Показатели получены ручным тестированием. *Результаты.* Изучены данные 571 сайта вузов, представленные в общем доступе. Произведен корреляционный анализ метрик. Сделана оценка качества работоспособности версий для слабовидящих, составлены рекомендации к технической реализации и стандартному набору настроек версий для слабовидящих. Собрана статистика используемых готовых решений, инструментов разработки сайтов. *Заключение.* Выявлены актуальные проблемы в области доступности образовательных сайтов в России, сформулированы предложения по проведению оценки и разработке доступных сайтов. Рекомендации могут использоваться как одна из инструкций для разработки или проверки версий для слабовидящих.

**Ключевые слова:** оценка интерфейсов, визуальный анализ, доступность веб-сайтов, образовательные сайты, рейтинги вузов, слабовидящие, ограниченные возможности

**История статьи:** поступила в редакцию 20 октября 2021 г.; доработана после рецензирования 21 ноября 2021 г.; принята к публикации 22 ноября 2021 г.

**Для цитирования:** Пудич А.С., Гриф М.Г., Бакаев М.А. Исследование доступности веб-сайтов вузов России для лиц с ограничениями по зрению // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2022. Т. 19. № 1. С. 29–44. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2022-19-1-29-44>

© Пудич А.С., Гриф М.Г., Бакаев М.А., 2022

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Research of the accessibility of Russian universities websites for persons with visual disabilities

Alexander S. Pudich  , Mikhail G. Grif , Maxim A. Bakaev 

*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia*

 pudichas@gmail.com

**Abstract.** *Problem statement.* Nowadays the demand for university websites has increased. According to the law, versions for visually impaired have been introduced on educational sites in Russia. The research objective is to evaluate accessibility of sites and quality of versions for visually impaired (mainly in an automatic way), and to identify the best way to implement such solutions and to create accessible sites in general. *Methodology.* A software system for collecting metrics from websites in two versions – a normal and for visually impaired users – has been developed. Quantitative metrics based on the HTML code of homepages and visual analysis of homepages screenshots are compared. Metrics were also received by manual testing. *Results.* Data from 571 universities websites with open access to files was observed. The correlation analysis of metrics was carried out. The quality of versions for visually impaired was assessed, recommendations were made for technical implementation and a standard set of settings for panel of version for visually impaired users. Statistics of used ready-made solutions, as well as website development tools, was collected. *Conclusion.* An idea has appeared about current issues in the field of accessibility of educational sites in Russia, and about what can be used to evaluate and developing of accessible sites. The recommendations can be used as one of the guidelines for developing or checking versions for visually impaired.

**Keywords:** interfaces assessment, visual analysis, website accessibility, educational sites, university rankings, visually impaired, disabilities

**Article history:** received 20 October 2021; revised 21 November 2021; accepted 22 November 2021.

**For citation:** Pudich AS, Grif MG, Bakaev MA. Research of the accessibility of Russian universities websites for persons with visual disabilities. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2022;19(1):29–44. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2022-19-1-29-44>

**Постановка проблемы.** Во время пандемии COVID-19 вводилась дистанционная форма образования, вследствие чего выросло количество обращений к образовательным сайтам. Важно, чтобы такие сайты были доступны для различных категорий лиц (в том числе с временными или постоянными ограничениями) и в различных условиях доступа (мобильный экран, слабая яркость и др.). В данном исследовании речь будет идти о сайтах высших учебных заведений России.

Известно, что образовательные сайты входят в категорию сайтов, где должны быть внедрены версии для слабовидящих (ВДС). Рособнадзор утвердил в 2015 г. перечень тегов микроразметки для официальных сайтов образовательных организаций. В их число входит атрибут `itemprop="Сору"`, по замыслу обрамляющий ссылку на версию официального сайта для слабовидящих. Сейчас у всех сайтов есть ссылка/кнопка переключения на ВДС. В простом случае это применение некоторой логики, включающей на сайте

особый режим, в другом – используются панели для настройки параметров страницы под конкретные нужды пользователя (размер шрифта, контраст, отключение картинок, цветовые схемы и т. д.), либо все вместе.

Встречаются проблемы с работоспособностью такого функционала, а некоторый функционал плохо тестировался и делает только хуже – сайтом становится еще труднее пользоваться. Таким образом, предлагается оценить ВДС сайтов вузов РФ, выявить основные недостатки, собрать некоторую статистику проблем. Будет произведена оценка ВДС относительно субъектов РФ – местонахождения вузов, позиций вузов в актуальных популярных рейтингах и категорий направленности обучения.

**Методология.** *Метрики, полученные на основе анализа кода страниц.* В исследованиях встречается использование руководства по обеспечению доступности веб-контента WCAG для получения количественных метрик по анализу html-кода страниц сайтов. В России в 2007 г. появился ГОСТ Р 52872, а в 2020 г. введена актуализированная редакция, в основе которой лежит документ WCAG 2.1. Данные рекомендации содержат критерии доступности и делят их на принципы:

- perceivable (воспринимаемость);
- operable (управляемость/работоспособность);
- understandable (ясность/понятность);
- robust (надежность/совместимость).

Также каждые критерии имеют свой уровень доступности информации (А, АА, ААА), где минимальный уровень А позволяет ограниченным по зрению обеспечить доступность к интернет-ресурсу без потери информации, непрохождение таких критериев – грубый барьер. Уровень доступности информации АА – включает в себя уровень А. Но не включает ААА, который нам не интересен, автоматический поиск таких барьеров не будет продуктивным: он содержит много не реальных, а потенциальных барьеров. С нарушениями критериев уровня ААА пользователь сможет работать с сайтом, но с меньшим комфортом.

Зачастую в исследованиях используется анализаторы WAVE<sup>1</sup> и Achecker. Барьеры, полученные такими анализаторами, относятся к определенному принципу и уровню доступности, а также имеют свой уровень достоверности: ошибка, предупреждение, потенциальная ошибка (требует полной перепроверки вручную). Мы будем рассматривать только ошибки и предупреждения.

Указанные сервисы имеют платное API либо бесплатный доступ через веб-форму для анализа сайтов вручную. В настоящем исследовании был выбран другой способ. Для сбора WCAG-барьеров (выбран уровень АА) в страницу обрабатываемого сайта инъектится скрипт<sup>2</sup>, или aXe<sup>3</sup>, который собирает нарушения, результат сохраняется в базу данных. JavaScript позволяет считывать примененные к элементам CSS-стили, когда у него есть доступ

<sup>1</sup> WAVE Web Accessibility Evaluation Tool. URL: <https://wave.webaim.org/> (accessed: 25.06.2021).

<sup>2</sup> HTML\_CodeSniffer. URL: [https://squizlabs.github.io/HTML\\_CodeSniffer/](https://squizlabs.github.io/HTML_CodeSniffer/) (accessed: 25.06.2021).

<sup>3</sup> aXe. URL: <https://www.deque.com/axe/> (accessed: 25.06.2021).

к DOM-дереву, а это важно для анализа контраста, видимости элементов, поэтому при выборе логики и языка программирования обработчика страниц учитывался этот фактор. Выбран язык NodeJS, взаимодействие со страницами происходит посредством браузера Chrome в headless режиме. Следовательно, нет сложности в передаче данных между кодом, выполненным в таком браузере и обработчике, запускаящем этот браузер, так же ресурсные затраты минимальные. На выходе с найденными нарушениями сохраняется XPath-путь к элементу в коде, часть окружающего кода, что полезно для разработчика.

*Метрики, полученные на основе анализа скриншотов страниц.* Это метрики, преимущественно полученные на основе проекта AIM (Aalto Interface Metrics)<sup>4</sup>. Известно, что такие метрики имеют корреляцию с визуальной сложностью интерфейсов, эстетичностью, восприятием [1].

Пример таких метрик:

1) объекты:

- количество элементов на интерфейсе;
- количество типов элементов;

2) colour perception (различные аспекты красочности интерфейса и их влияние на восприятие и юзабилити):

- размер в формате PNG (чем больше, тем более цветная картинка);
- количество уникальных цветов в спектрах RGB, HSV, LAB;
- отклонения каналов в HSV (Hue, Saturation, Value – тон, насыщенность, значение – пространство цветов, близкое к человеческой визуальной системе);
- стандартное отклонение яркости цветов (luminance);
- количество статических и динамических цветовых кластеров;

3) perceptual fluency (простота, с которой видимая информация воспринимается эстетически):

- размер изображения в формате JPEG (предполагается, что беспорядочная картинка будет больше размером);
- пиксельная симметрия (оси максимальной симметрии);
- качество сетки (grid);
- пропорции пустого места;
- контраст границы фигур;
- визуальная беспорядочность (clutter).

Для сбора скриншотов также используется Chrome в headless режиме, чтобы осуществить поддержку JavaScript, так как в некоторых случаях скрипты меняют интерфейс сразу после загрузки. Для сбора скриншотов ВДС отрабатывает алгоритм поиска ссылки на такую версию и выполняется «щелчок» по ней.

Некоторые их данных метрик по скриншотам уже использовались в других исследованиях [2; 3]

*Ручное тестирование.* Для оценки реальной работоспособности ВДС произведено ручное тестирование на всех сайтах, включая весь функционал панелей помощи слабовидящим, собрана статистика проблем и внедрения готовых решений. Для сбора информации об инструментах разработки сай-

<sup>4</sup> AIM – Aalto Interface Metrics service. URL: <https://interfacemetrics.aalto.fi/> (accessed: 25.06.2021).

тов использован сервис Wappalyzer<sup>5</sup>, чтобы собрать актуальную статистику используемых технологий.

*Автоматический сбор метрик.* Для сбора метрик разработана веб-платформа, позволяющая массово импортировать списки сайтов и страниц из CSV, выбирать и отправлять списки на обработку, просматривать и экспортировать результаты в CSV для дальнейшего анализа. Структура проекта рассчитывалась на возможность горизонтального масштабирования для увеличения скорости обработки, используется Docker.

Обработчики платформы созданы для следующих задач:

- сохранение скриншотов в различных разрешениях;
- сбор метрик HTML CodeSniffer<sup>6</sup> – для получения метрик, сгруппированных по WCAG-принципам;
- сбор метрик aXe<sup>7</sup> – преимущественно метрики контраста и прочие, относящиеся к WCAG, разделу 508 закона США American Workforce Rehabilitation Act, отдельной авторской категории правил лучших практик в индустрии, а также к правилам ACT Rules Community<sup>8</sup> для автоматического тестирования;
- сбор метрик Lighthouse<sup>9</sup> (Desktop, Mobile) – включает оценку доступности;
- сбор метрик AIM – идет обращение по websocket к локальному сервису AIM (собираем только количественные метрики, то есть без метрик, отдающих изображения в base64-формате, для большей стабильности).

Метрики по коду рассмотрены относительно округов, в которых располагаются вузы и их позиций в рейтингах. Например, оценка по округу составлялась среди метрик, полученных из кода по формуле

$$O_i = \sum_j \text{norm}(\text{mean}A - \text{mean}B),$$

где  $i$  – индекс округа;  $j$  – индекс метрики;  $\text{mean}A$  – среднее значение метрики по сайтам в округе (обычной версии сайта);  $\text{mean}B$  – среднее метрики тех же сайтов, но ВДС.

К разнице средних применялась нормализация от 0 до 1, так как она не всегда положительная. Оценка показывает, насколько ВДС улучшает пользование сайтом исходя из метрик по коду.

**Результаты и обсуждение.** В качестве метрик на основе кода страниц выступают количественные показатели найденных барьеров (количество мест с проблемой в коде). Наибольшее количество достоверно найденных ошибок относится к принципу «Восприятия», меньше всего – к принципу «Понятности». Первый влияет на удовлетворенность пользователя, способность

<sup>5</sup> Wappalyzer. URL: <https://www.wappalyzer.com/> (accessed: 25.06.2021).

<sup>6</sup> HTML\_CodeSniffer. URL: [https://squizlabs.github.io/HTML\\_CodeSniffer/](https://squizlabs.github.io/HTML_CodeSniffer/) (accessed: 25.06.2021).

<sup>7</sup> aXe. URL: <https://www.deque.com/axe/> (accessed: 25.06.2021).

<sup>8</sup> ACT Rules Community Group (previously known as Auto-WCAG). URL: <https://act-rules.github.io/pages/about> (accessed: 25.06.2021).

<sup>9</sup> Lighthouse. URL: <https://developers.google.com/web/tools/lighthouse> (accessed: 25.06.2021).

разобраться с содержимым, здесь преобладает легко распознающийся критерий – отсутствие текстовой альтернативы. Второй сложнее обнаружить и требует внедрения дополнительных средств для анализа. Заполнение альтернатив возможно только вручную либо генерируя с помощью искусственного интеллекта и корректируя уже результаты вручную. Появляются продукты, реализующие это<sup>10</sup>, и даже внедряются на сайты вузов (табл. 4).

Что касается метрик из отчетов Lighthouse, оценки доступности сильно коррелируют с метриками aXe ввиду того, что второй инструмент используется для этого внутри первого. Однако Lighthouse не получится использовать для оценки отдельной ВДС, поскольку он перезагружает страницу при старте анализа для измерения времязависимых показателей. Метрики aXe и HTML CodeSniffer между собой немного коррелируют, так как затрагивают одни принципы WCAG.

Между версией для слабовидящих и обычной значения метрик очень слабо отличаются, иногда разница в метриках и вовсе отрицательная, что указывает на ухудшение ВДС относительно обычной версии исходя из html-кода. Поэтому сравнительный анализ проводится на большом наборе данных.

Для улучшения точности к набору применены:

- поиск и исключение дубликатов;
- исключение метрик Lighthouse, так как применение скрипта включения ВДС не применимо к методике анализа данным способом;
- исключены 49 сайтов с отсутствующими данными (пропуски) по каким-либо группам метрик в любой из версий;
- исключены 22 сайта, где программный алгоритм не смог включить ВДС (отсутствует, не работает или неизвестная разметка);
- исключены 13 сайтов с чрезмерно большим количеством ошибок по некоторым метрикам (выбросы).

После обработки данных число оставшихся сайтов – 479.

Первые места по оценкам у Сибирского и Северо-Западного округов (табл. 1, 2). Последние места заняли Центральный и Приволжский округа, хотя они наиболее населены в России.

Таблица 1

**Оценка качества версии для слабовидящих  
на основе метрик кода по округам (по количеству элементов с ошибками)**

Оценка	Сумма средних по метрикам	Оценка / Сумма средних	Округ	Количество сайтов
9,50	349,24	0,0272	Северо-Западный	14 % (67)
9,00	282,69	0,0318	Сибирский	13,4 % (64)
8,27	325,12	0,0254	Дальневосточный	5,2 % (25)
7,37	286,54	0,0257	Уральский	6,9 % (33)
7,24	316,21	0,0229	Центральный	32,6 % (156)
6,56	353,16	0,0186	Южный	5,8 % (28)
5,77	292,04	0,0198	Северо-Кавказский	4,2 % (20)
4,67	317,78	0,0147	Приволжский	18 % (86)

<sup>10</sup> The World's Leading Automated Website Accessibility Solution for ADA & WCAG Compliance. URL: <https://userway.org/> (accessed: 25.06.2021).

Table 1

**Assessment of the quality of version for visually impaired based on code metrics by district (by the number of elements with errors)**

Score	Sum of means by metrics	Score / Sum of averages	District	Number of sites
9.50	349.24	0.0272	Northwestern	14% (67)
9.00	282.69	0.0318	Siberian	13.4% (64)
8.27	325.12	0.0254	Far Eastern	5.2% (25)
7.37	286.54	0.0257	Ural	6.9% (33)
7.24	316.21	0.0229	Central	32.6% (156)
6.56	353.16	0.0186	Southern	5.8% (28)
5.77	292.04	0.0198	North Caucasian	4.2% (20)
4.67	317.78	0.0147	Volga	18% (86)

Таблица 2

**Оценка качества версии для слабовидящих на основе метрик кода по округам (по количеству типов ошибок)**

Оценка	Сумма средних по метрикам	Оценка / Сумма средних	Округ	Количество сайтов
8,74	27,45	0,3185	Сибирский	13,4 % (64)
8,50	28,06	0,3030	Северо-Западный	14 % (67)
7,77	29,40	0,2641	Уральский	6,9 % (33)
7,77	28,20	0,2753	Северо-Кавказский	4,2 % (20)
7,72	29,16	0,2647	Южный	5,8 % (28)
7,69	29,36	0,2620	Приволжский	18 % (86)
7,04	30,35	0,2319	Дальневосточный	5,2 % (25)
4,04	28,81	0,1401	Центральный	32,6 % (156)

Table 2

**Assessment of the quality of version for visually impaired based on code metrics by district (by the number of error types)**

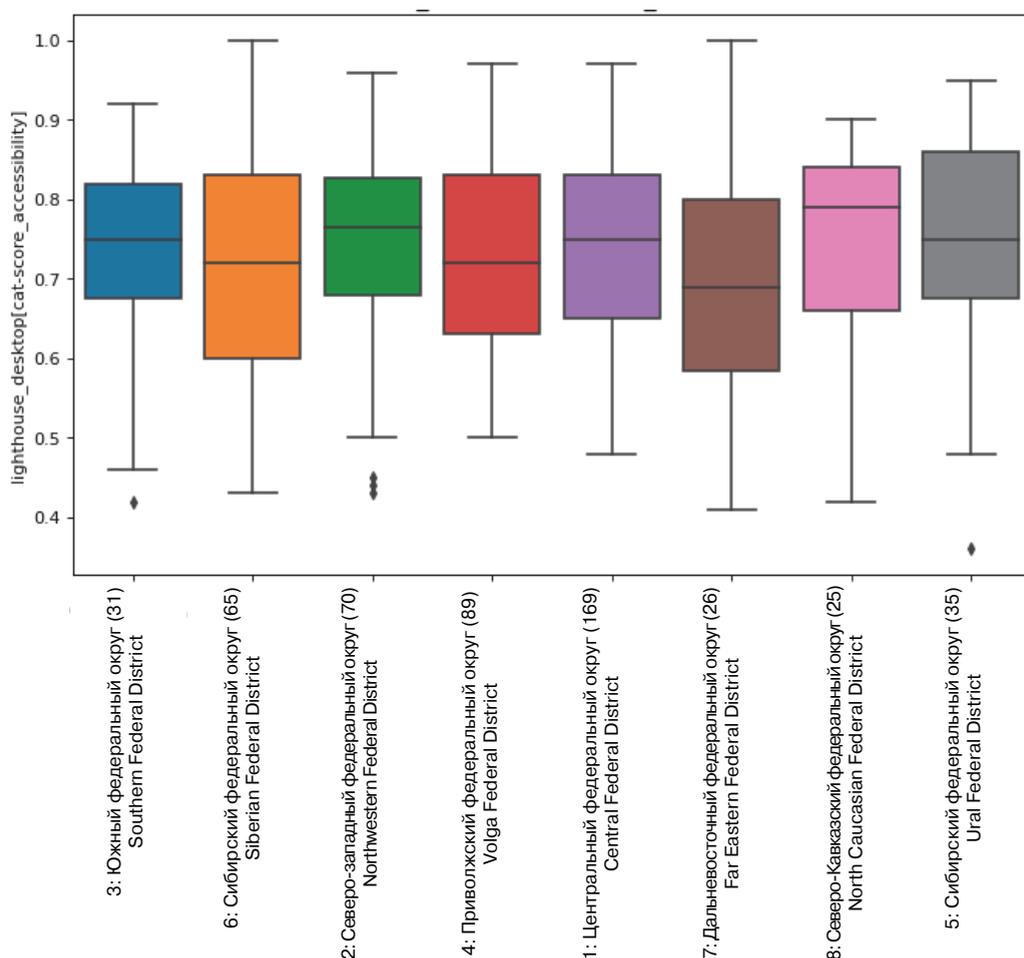
Score	Sum of means by metrics	Score / Sum of averages	District	Number of sites
8.74	27.45	0.3185	Siberian	13.4% (64)
8.50	28.06	0.3030	Northwestern	14% (67)
7.77	29.40	0.2641	Ural	6.9% (33)
7.77	28.20	0.2753	North Caucasian	4.2% (20)
7.72	29.16	0.2647	Southern	5.8% (28)
7.69	29.36	0.2620	Volga	18% (86)
7.04	30.35	0.2319	Far Eastern	5.2% (25)
4.04	28.81	0.1401	Central	32.6% (156)

По версии отчетов Lighthouse с точки зрения оценки доступности сайта в целом (рис. 1), хорошее распределение оценки имеют Северо-Западный и Центральный округа.

Рассмотрена статистика относительно нахождения вуза в различных рейтингах: Times Higher Education (THE) World University Rankings 2022, QS World University Rankings 2022, Forbes Russia 2021, RAEX-A 2021, uniRank in Russia 2021. Рейтинги Forbes и RAEX-A показали сильную привязку к округам (а именно к Центральному, где сосредоточенно много сильных университетов), поэтому они не рассматривались. Ранжирования QS и THE имеют сильную корреляцию между собой, но малое количество представленных

позиций российских вузов в рейтинге. Рейтинг Scimago Institutions Rankings имеет больше позиций, но тоже не рассматривался. Алгоритмы ранжирования представленных выше рейтингов включают такие характеристики вузов, как академическая репутация, отзывы, цитируемость, интернационализация, инновации. Рейтинг uniRank подходит нам по количеству позиций еще больше, но он основан на метриках присутствия в интернете и популярности с точки зрения трафика. Алгоритмы ранжирования включают такие метрики, как MOZ Domain Authority, Alexa Global Rank, SimilarWeb Global Rank, Majestic Trust Flow. Таким образом, рассматриваемый рейтинг зависит от факторов: качество содержания, количество трафика и отказов (быстрое закрытие страницы при заходе), авторитет ссылающихся сайтов, качество SEO, позиция в поисковой выдаче (алгоритмы поисковой выдачи на данный момент учитывают и юзабилити, и скорость работы сайта) и мн. др. Корреляция такого рейтинга с оценками интересна (табл. 3).

С улучшением позиции в рейтинге uniRank заметно проявлялось ухудшение метрик восприятия (из метрик и по коду, и из скриншотов), совместимости, но уменьшается сложность интерфейсов. Также найдена небольшая корреляция оценок Lighthouse PWA и SEO с позициями в рейтингах.



**Рис. 1.** Распределение оценки доступности Lighthouse версии Desktop по округам  
**Figure 1.** Distribution of Lighthouse accessibility in Desktop score by county

Таблица 3

**Оценка качества версии для слабовидящих на основе метрик кода по рейтингу UniRank**

Оценка	Позиция в рейтинге	Количество сайтов
8,05	0–50	47
6,83	100–200	86
6,71	50–100	48
6,70	200–300	79
4,03	300+	232

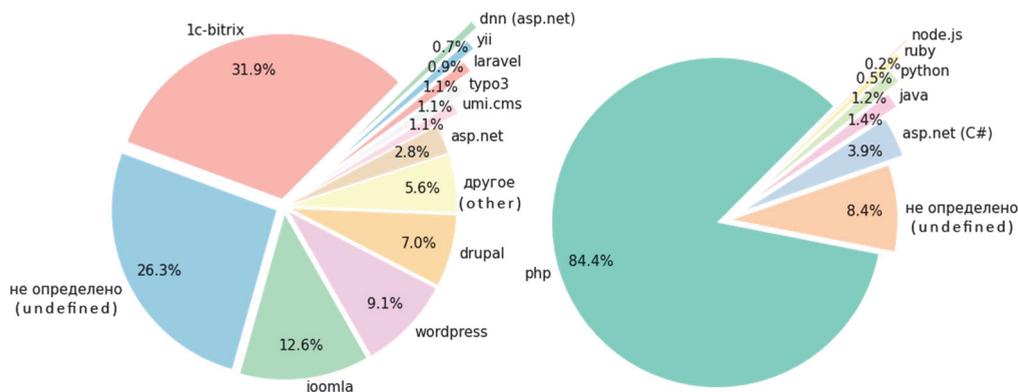
Table 3

**Assessment of the quality of version for visually impaired based on the code metrics according to the UniRank rating**

Score	Rating position	Number of sites
8.05	0–50	47
6.83	100–200	86
6.71	50–100	48
6.70	200–300	79
4.03	300+	232

Собранные метрики на основе скриншотов страниц сами по себе относятся к категории восприятия и слабо коррелируют с метриками восприятия по коду. Из 40 метрик на основе скриншотов страниц улучшение в версии для слабовидящих заметно у половины. Под улучшением здесь понимается приближение в сторону распределений метрик по другим сайтам из топ-500 рейтинга Alexa Rank, которые предоставляет сервис AIM.

В рамках ручного тестирования получена статистика использования инструментов разработки, отраженная на рис. 2. В «другое» здесь входит 19 инструментов, использующихся во всем перечне сайтов 1–3 раза. Процент использования современных JS-фреймворков – 5,8 % (33 сайта).



**Рис. 2.** Круговые диаграммы использования найденных инструментов разработки сайтов вузов и используемых языков программирования

**Figure 2.** Pie diagrams of the use of the found development tools for universities' websites and the programming languages used

Статистика использования готовых решений представлена в табл. 4.

Из всех протестированных сайтов ВДС полностью не работает или отсутствует на 8 % (46 шт.). Далее приведены рекомендации к исправлению

ошибок на сайтах, где ВДС работает, и проценты существующих сейчас проблем исходя из полученной статистики.

Таблица 4

**Распределение внедренных готовых решений  
версий для слабовидящих в сайты вузов РФ**

<b>Решение</b>	<b>Количество внедрений</b>	<b>%</b>
Не определено / уникальное	343	60,82
isvek.ru (bvi)	70	12,41
1C-Bitrix template special-aaVersion	41	7,27
template accessibility (в основном Joomla)	33	5,85
slabovid.ru (1C-Bitrix Мибок)	27	4,79
finevision.ru	12	2,13
lidrekon.ru	11	1,95
Comfortable Reading Plugin (WordPress)	8	1,42
prolexgroup.ru/special	8	1,42
Drupal vi-panel	5	0,89
userway.org	4	0,71
B-accessibility	1	0,18
pojo.me	1	0,18

Table 4

**Distribution of implemented ready-made versions of solutions  
for visually impaired on websites of Russian universities**

<b>Solution</b>	<b>Number of implementations</b>	<b>%</b>
Unknown / unique	343	60.82
isvek.ru (bvi)	70	12.41
1C-Bitrix template special-aaVersion	41	7.27
template accessibility (mostly Joomla)	33	5.85
slabovid.ru (1C-Bitrix Mibok)	27	4.79
finevision.ru	12	2.13
lidrekon.ru	11	1.95
Comfortable Reading Plugin (WordPress)	8	1.42
prolexgroup.ru/special	8	1.42
Drupal vi-panel	5	0.89
userway.org	4	0.71
B-accessibility	1	0.18
pojo.me	1	0.18

**Рекомендации:**

1. Кнопка визуально не теряется в массе других ссылок, может ярко выделяться для ускорения ее нахождения.

2. Кнопка находится в пределах отображаемого экрана, хорошее расположение кнопки – верхняя часть сайта и дублирование в нижней части.

3. Кнопка/ссылка для перехода в ВДС имеет текст «для слабовидящих» либо «для лиц с ограниченными возможностями» и может дополняться общепринятым значком (глаз).

4. Кнопка доступна фокусированием и нажатием с клавиатуры.

5. Кнопка присутствует при любых расширениях экрана, в том числе на мобильных (проблема в 11,6 % случаев).

6. Кнопка присутствует не только на главной странице, но и на других.

7. Масштабирование страницы до 200 % не затрудняет пользование сайтом:  
– не добавляет горизонтальной прокрутки (проблемы в 39 % случаев);  
– не скрывает интерфейс панели настроек ВДС за границами экрана;  
– не искажает верстку;  
– не увеличивает верхнюю часть сайта на половину экрана (это может сократить полезную область вдвое при прокрутке).

8. Имеется панель настроек ВДС (нет на 23 % сайтов).

9. ВДС не искажает верстку (проблема в 30 % случаев).

10. ВДС остается открытой и не меняет настройки при переходе на другие страницы внутри сайта (проблема в 12 % случаев). Здесь учитывается только однодоменные страницы, присутствующие на текущей странице в ВДС.

11. Для изменения размера шрифта в панели настроек ВДС лучше иметь ограниченный набор величин (в 20 % случаев это переключатели увеличить/уменьшить, содержащие 10–14 вариаций, но иногда без ограничений. Это позволяет менять размер текста до уровня невозможности пользования сайтом).

12. Достаточное количество вариаций настроек:

– рабочие размеры шрифта – 3 (выбор есть на 86 % сайтов, в 9,3 % случаев работает некорректно или не работает);

– гарнитуры (шрифт) – 2, с засечками и без них (выбор есть только на 37 % сайтов, шрифт с засечками нужен для людей с дислексией, редко встречается смена толщины шрифта). Основные шрифты – Arial, Times New Roman, Courier. Times New Roman является стандартом для семейства шрифтов с засечками, как Arial для шрифтов без засечек;

– цветовые схемы/палитра – 4 (выбор есть на 81 % сайтов);

– контрастный режим;

– режим отображения изображений (графики) – 3 (выбор есть у 62 % сайтов). Встречаются режимы: изображения включены, отключены, отключены только в новостях, черно-белые;

– междустрочный интервал – 3 (выбор есть у 28 % сайтов);

– межбуквенный интервал (кернинг) – 3 (выбор есть у 43 % сайтов).

13. Контрастный режим может применяться сразу при включении ВДС.

14. Разброс между установленными размерами шрифта или интервалов не должен быть очень большим (кратным 2 и более раз).

15. При изменении размера шрифта автоматически соблюдается оптимальный междустрочный интервал.

16. Изменение цветовой схемы применяется ко всей странице, а не только к ее незначительным частям (проблема в 16,2 % случаев).

17. При изменении режима отображения изображений сохраняются размеры самих изображений (проблема у isvek v1.0.6), а при их отключении – остаются текстовые альтернативы идентичной смысловой нагрузки (проблемы в 26,5 % случаев).

18. Закрытие панели настроек работоспособно (проблема в 11,2 %, в основном у решений Joomla template accessibility), в том числе на экранах шириной 768 (iPad) и ниже.

19. Повторное открытие ВДС после закрытия работоспособно.

20. Настройки ВДС работают в модальных (всплывающих) окнах.

21. В ВДС не теряется контент, присутствующий в обычной версии (проблема в 17 % случаев).

22. Использовать типовой набор цветовых схем – стандартный (черным по белому), контрастный (черным по белому с выделениями), инверсия (белым по черному), комфортный (коричневым по бежевому), синий (темно-синим по голубому), коричневый (зеленым по темно-коричневому). Иногда встречается разделение цветовых схем на настройки цветов фона и фильтры текста (например, сепия, контрастность, градации серого). Но сочетание данных настроек не всегда предсказуемо. Можно использовать набор схем с соответствующими названиями под различные нарушения (единственный сайт, где встретились такие названия – РосНОУ) – протанопия, дейтеранопия, тританопия, монохромазия. Симулировать то, как сайт видят люди с такими нарушениями, можно с помощью Chrome DevTools в разделе *Rendering/Emulate vision deficiencies*.

В соответствии с рекомендациями и полученной статистикой произведена оценка версий для слабовидящих на основе ручного тестирования работоспособности ВДС. По каждому условию сайту начислялось некоторое количество баллов за прохождение, в зависимости от критичности проблем.

Первые места по оценкам фактической работоспособности ВДС у Сибирского и Центрального округов, последнее – у Северо-Кавказского (табл. 5). Первые места по оценкам среди категорий направленности обучения у технических и транспортных вузов (табл. 6). Относительно позиций в рейтинге uniRank (табл. 7) – у вузов с первых позиций оценка выше, более качественно разработаны версии для слабовидящих.

Также проанализированы корреляции оценки, полученной из ручных тестов с метриками, полученными автоматически: наблюдалась слабая корреляция с метриками WCAG – Robust Errors, aXe – Incomplete Serious, оценками мобильных отчетов Lighthouse – Best practices, Accessibility. Сильная корреляция с оценками Lighthouse – PWA, SEO, некоторое влияние на это оказал показатель наличия горизонтальной прокрутки.

Таблица 5

Table 5

Оценка работоспособности версии для слабовидящих на основе ручного тестирования по округам		Evaluation of the performance of version for visually impaired based on manual testing by districts	
Оценка	Округ	Score	District
35,42	Сибирский	35.42	Siberian
34,78	Центральный	34.78	Central
34,55	Уральский	34.55	Ural
33,47	Приволжский	33.47	Volga
33,35	Южный	33.35	Southern
32,93	Дальневосточный	32.93	Fat Eastern
32,69	Северо-Западный	32.69	Northwestern
29,76	Северо-Кавказский	29.76	North Caucasian

Таблица 6

**Оценка работоспособности версии для слабовидящих на основе ручного тестирования по категориям направлений вузов**

Категория	Количество сайтов	Оценка
Транспорт	19	36,53
Специальное техническое / технологическое	71	35,32
Общее техническое	34	35,24
Гуманитарное	138	34,25
Искусство и культура	65	33,92
Общее	101	33,82
Архитектурное	14	33,79
Спорт	17	33,35
Остальное	2	33,00
Медицинское	51	31,94
Аграрное	46	31,85
Государственные структуры	13	30,85

Table 6

**Evaluation of the performance of version for visually impaired based on manual testing by categories of directions of universities**

Category	Number of sites	Score
Transport	19	36.53
Special technical / technological	71	35.32
General technical	34	35.24
Humanitarian	138	34.25
Art and culture	65	33.92
General	101	33.82
Architectural	14	33.79
Sport	17	33.35
Remain	2	33.00
Medical	51	31.94
Agrarian	46	31.85
State structures	13	30.85

Таблица 7

**Оценка работоспособности версии для слабовидящих на основе ручного тестирования по позициям в рейтинге uniRank**

Оценка	Позиция в рейтинге	Количество сайтов
35,00	0–50	50
34,86	50–100	50
34,76	100–200	100
33,40	300+	283
33,25	200–300	88

Table 7

**Evaluation of the performance of version for visually impaired based on manual testing by positions in the uniRank rating**

Score	Rating position	Number of sites
35.00	0–50	50
34.86	50–100	50
34.76	100–200	100
33.40	300+	283
33.25	200–300	88

*Дальнейшие этапы исследования.* Готовых решений ВДС для сайтов много, но нет полностью работоспособного, универсального, всегда нужны корректировки разработчиками. Для создания действительно удобных доступных сайтов необходимо много действий от разработчиков интерфейсов: основное здесь – использовать семантическую разметку HTML5, дополняя код ролями и атрибутами ARIA по необходимости<sup>11</sup>. Для сайтов, использующих такую разметку в полной мере, предлагается создать инструмент, преобразующий текущий интерфейс в любой другой, в том числе и в версию для слабовидящих, исходя из личных предпочтений пользователя. Инструмент будет работать подобно тому, как текущие вспомогательные инструменты основываются на дереве доступности<sup>12</sup>. Однако на данный момент среди разработчиков интерфейсов непопулярно внедрение таких технологий поддержки доступности, хотя инструменты для проверок кода интерфейсов с точки зрения доступности уже есть, что доказано разработанной системой сбора метрик с рекомендациями по исправлению ошибок. К тому же пример сайтов вузов РФ демонстрирует большой процент использования систем (более 60 % сайтов используют известные системы управления контентом, см. рис. 2), где возможна установка расширений, зависящих от сторонних разработчиков, что добавляет сложность внедрения поддержки доступности своими силами. Для таких случаев предлагается разработать спецификации к специальному конфигурационному файлу, отвечающему за указания селекторов доступа к элементам определенных семантических ролей, которые не получается определить автоматически. Файл может добавляться на сайт по технологии, аналогичной файлу `site.webmanifest` для PWA (Progressive Web Apps) или `robots.txt` для роботов.

Для оценки значимости метрик, полученных автоматически, не хватает зависимых переменных в виде оценок реального использования целевой группой лиц с разных точек зрения. Для этого есть варианты: можно сформировать задачи на краудсорсинге, привлечь экспертов или целевую категорию пользователей и провести анкетирование. Рассматривается вовлечение слабовидящих пользователей в тестирование интерфейсов с установкой системы отслеживания движения глаз (*eye-tracking*), активно применяющейся в [4]. Таким образом будут получены выходные метрики, например количество саккадов (перемещений взгляда по экрану), фиксаций (концентрации внимания).

**Заключение.** Собраны метрики для главных страниц 479 (из 571) сайтов, для каждой собрано метрик на основе кода – 30, на основе визуального анализа – 40, по два Lighthouse-отчета – мобильной версии и для ПК (19 метрик на отчет). Показателей ручного тестирования – 20 для каждого сайта, выявлены внедренные готовые решения ВДС. Определены инструменты разработки с помощью Wappalyzer. Рассмотрены корреляции между метриками,

---

<sup>11</sup> IT Accessibility Checklist. Accessible Technology. URL: <https://www.washington.edu/accessibility/checklist/> (accessed: 25.11.2021).

<sup>12</sup> Ben Myers The Accessibility Tree. 2019. URL: <https://blog.benmyers.dev/accessibility-tree/> (accessed: 25.11.2021); Core Accessibility API Mappings 1.1 // W3C Recommendation. 2017. URL: <https://www.w3.org/TR/core-aam-1.1/> (accessed: 25.11.2021).

полученными разными способами. Разработанная система сбора метрик выдает и рекомендации на основе кода: ошибку, место присутствия, способ исправления.

Проведено сравнение двух версий сайтов – обычной и для слабовидящих. С теоретической стороны, ВДС не предполагает каких-то исправляющих изменений в коде онлайн, по нажатию на кнопку, а предлагает инструмент для управления настройками визуального восприятия сайта. С практической стороны – разница в значениях метрик между версиями есть, но очень маленькая, все атрибуты кода, предназначенные для поддержки доступности, обычно внедрены в код изначально. Для настроек визуального восприятия содержимого исходя из тестирования предлагаются рекомендации к стандартному набору настроек и техническим моментам, на которые нужно обратить внимание. Проведен анализ полученных оценок относительно округов (субъектов РФ), в котором находится вуз, различных популярных рейтингов вузов, категорий специальностей обучения. Все полученные метрики, а также весь собранный входной список исследуемых сайтов с данными о позициях в рейтингах и принадлежности к субъектам РФ, файлы анализа .ipynb представлены в свободном доступе по ссылке<sup>13</sup>. Приветствуется использование, поддержка, расширение исследования.

### Список литературы

- [1] Пудич А.С. Оценка качества графических веб-интерфейсов на основе визуального анализа // Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции (17 июня 2019 г., Уфа): в 2 ч. Уфа: НИЦ Вестник науки, 2019. Ч. 1. С. 131–136.
- [2] Bakaev M., Heil S., Khvorostov V., Gaedke M. HCI vision for automated analysis and mining of web user interfaces // *Web Engineering. ICWE 2018* / ed. by T. Mikkonen, R. Klamma, J. Hernández. Cham: Springer, 2018. Pp. 136–144. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91662-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91662-0_10)
- [3] Nacheva R., Bakaev M. Elder users' experience evaluation of Bulgarian and Russian e-government websites // *Economic Science, Education and the Real Economy: Development and Interactions in the Digital Age*. 2020. № 1. С. 141–152.
- [4] Guo F., Jiahao C., Li M. Effects of visual complexity on user search behavior and satisfaction: an eye-tracking study of mobile news apps // *Universal Access in the Information Society*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00815-1>

### References

- [1] Pudich AS. Evaluation of the quality of graphical web interfaces based on visual analysis. *Promising Scientific Research: Experience, Problems and Prospects of Development*. 2019;(1):131–136. (In Russ.)
- [2] Bakaev M, Heil S, Khvorostov V, Gaedke M. HCI vision for automated analysis and mining of web user interfaces. In: Mikkonen T, Klamma R, Hernández J. (eds) *Web Engineering. ICWE 2018*. Cham: Springer; 2018. p. 136–144. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91662-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91662-0_10)

---

<sup>13</sup> Данные и файлы исследования доступности сайтов ВУЗов РФ, версии для слабовидящих. 2021. URL: <https://github.com/linkuha/study-russian-universities-for-visually-impaired> (дата обращения: 25.11.2021).

- [3] Nacheva R, Bakaev M. Elder users' experience evaluation of Bulgarian and Russian e-government websites. *Economic Science, Education and the Real Economy: Development and Interactions in the Digital Age*. 2020;(1):141–152.
- [4] Guo F, Jiahao C, Li M. Effects of visual complexity on user search behavior and satisfaction: an eye-tracking study of mobile news apps. *Universal Access in the Information Society*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00815-1>

**Сведения об авторах:**

*Пудич Александр Сергеевич*, аспирант Новосибирский государственный технический университет, Российская Федерация, 630073, Новосибирск, пр-кт Карла Маркса, д. 20. ORCID: 0000-0001-7918-7178. E-mail: pudichas@gmail.com

*Гриф Михаил Геннадьевич*, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизированных систем управления, факультет автоматики и вычислительной техники, Новосибирский государственный технический университет, Российская Федерация, 630073, Новосибирск, пр-кт Карла Маркса, д. 20. ORCID: 0000-0003-3016-3647. E-mail: grifmg@mail.ru

*Бакаев Максим Александрович*, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных систем управления, факультет автоматики и вычислительной техники, Новосибирский государственный технический университет, Российская Федерация, 630073, Новосибирск, пр-кт Карла Маркса, д. 20. ORCID: 0000-0002-1889-0692. E-mail: bakaev@corp.nstu.ru

**Bio notes:**

*Alexander S. Pudich*, postgraduate student, Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt Karla Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation. ORCID: 0000-0001-7918-7178. E-mail: pudichas@gmail.com

*Mikhail G. Grif*, Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Automated Control Systems, Faculty of Automation and Computer Engineering, Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt Karla Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-3016-3647. E-mail: grifmg@mail.ru

*Maxim A. Bakaev*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automated Control Systems, Faculty of Automation and Computer Engineering, Novosibirsk State Technical University, 20 Prospekt Karla Marksa, Novosibirsk, 630073, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-1889-0692. E-mail: bakaev@corp.nstu.ru