

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ДОСТУПНОСТЬ(ACCESSIBILITY) КАК ГАРАНТИРОВАТЬ УДОБСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ (НА БАЗЕ СТАНДАРТА WCAG)

Хлистунова К.В., Кузьмичкина Д.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Коваленко И.В. – магистр экономических наук, ст. преподаватель кафедры ПИКС

Аннотация. Разработан алгоритм комплексного тестирования веб-доступности на основе автоматизированных и ручных методов. Проведена сравнительная оценка инструментов по критериям пользы, точности, информативности и ремонтпригодности. Показано, что их изолированное применение не обеспечивает полного соответствия *WCAG 2.1 AA* [1]. Апробация на действующем сайте подтвердила эффективность комбинированного подхода.

Ключевые слова: веб-доступность, *WCAG 2.1*, автоматизированное тестирование, *Selenium*, *Axe DevTools*, цветовая контрастность.

Введение. Веб-доступность является ключевым требованием при разработке цифровых ресурсов. Стандарт *WCAG 2.1* регламентирует требования к воспринимаемости, управляемости, понятности и надежности веб-контента, при этом формальное соответствие рекомендациям не всегда обеспечивает фактическую доступность для пользователей с ограниченными возможностями [1].

Применяемые инструменты аудита позволяют выявить часть нарушений, но отличаются по глубине анализа и точности результатов. Возникает необходимость разработки алгоритма комплексного тестирования веб-доступности и оценки эффективности применяемых методов по объективным критериям.

Основная часть. Алгоритм комплексного тестирования веб-доступности реализуется в виде последовательности взаимосвязанных этапов, обеспечивающих формальную и сценарную проверку соответствия требованиям *WCAG 2.1* [1]:

1 Первичный автоматизированный аудит. Выполняется анализ веб-сайта с использованием инструмента *Lighthouse* [2]. Формируется интегральная оценка доступности и выявляются формализуемые нарушения: недостаточная цветовая контрастность, отсутствие обязательных атрибутов, ошибки семантической структуры документа. Формируется отчет с указанием проблемных элементов и их влияния на соответствие стандарту [1] (рисунок 1).

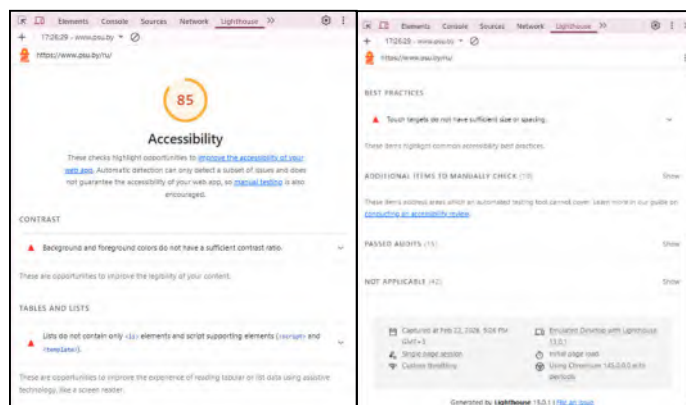


Рисунок 1 – Результаты автоматической проверки доступности в инструменте Lighthouse

2 Расширенное автоматизированное тестирование. Для глубины анализа используется *Selenium WebDriver* в связке с библиотекой *axe-core* [3,5]. Автоматизированный сценарий

выполняет обход страниц и формирует структурированный отчет в формате *JSON*. Для каждого нарушения фиксируются идентификатор, уровень критичности, описание, *HTML*-элемент и *CSS*-селектор. Это обеспечивает высокую точность локализации ошибок и повышает ремонтпригодность тестирования [3] (рисунок 2).

```
(venv) D:\bryup\6 com\ATBT\psu_accessibility_test>"D:\bryup\6 com\ATBT\psu_accessibility_test\venv\Scripts\python.exe" "d:\bryup\6 com\ATBT\psu_accessibility_test\test_chrome.py"
Тест завершен, результаты сохранены в axe_report.json

(venv) D:\bryup\6 com\ATBT\psu_accessibility_test>"D:\bryup\6 com\ATBT\psu_accessibility_test\venv\Scripts\python.exe" "d:\bryup\6 com\ATBT\psu_accessibility_test\test_psu.py"
ID: color-contrast (serious)
Description: Ensures the contrast between foreground and background colors meets WCAG 2 AA contrast ratio thresholds
Help URL: https://dequeuniversity.com/rules/axe/3.1/color-contrast?application=axeAPI
HTML: <div class="button">Настроить cookie</div>
Target selectors: .options > .button

-----
HTML: <div class="button reject-button">Отклонить</div>
Target selectors: .reject-button

-----
HTML: <div class="button accept-button">Принять все</div>
Target selectors: .accept-button

-----
ID: list (serious)
Description: Ensures that lists are structured correctly
Help URL: https://dequeuniversity.com/rules/axe/3.1/list?application=axeAPI
HTML: <ul class="navigation show-arrows">
Target selectors: .navigation

-----
ID: page-has-heading-one (moderate)
Description: Ensure that the page, or at least one of its frames contains a level-one heading
Help URL: https://dequeuniversity.com/rules/axe/3.1/page-has-heading-one?application=axeAPI
HTML: <html xmlns:jdcc="http://www.w3.org/2001/XInclude" xmlns="http://www.w3.org/1999/html" lang="ru-ru" dir="ltr" style="--color-bg: #ffffff; --color: #282828; --color-4: #dedede; --color-scrollbar: #ebeebe;">
Target selectors: html

-----
ID: region (moderate)
Description: Ensures all page content is contained by landmarks
Help URL: https://dequeuniversity.com/rules/axe/3.1/region?application=axeAPI
HTML: <html xmlns:jdcc="http://www.w3.org/2001/XInclude" xmlns="http://www.w3.org/1999/html" lang="ru-ru" dir="ltr" style="--color-bg: #ffffff; --color: #282828; --color-4: #dedede; --color-scrollbar: #ebeebe;">
```

Рисунок 2 – Вывод результата использования *Selenium* и *axe-core*

3 Проверка масштабируемости интерфейса. Проводится анализ того, как ресурс выглядит при масштабировании до 200% [1,2]. Оценивается наличие горизонтальной прокрутки, перекрытие элементов и сохранение читаемости контента. Цель этапа – обнаружить проблемы с адаптивностью и удобством восприятия информации.

4 Клавиатурное тестирование. Проверяется порядок фокусировки элементов, корректности срабатывания кнопок и ссылок при навигации с клавиатуры, а также наличия четкой визуальной обратной связи при активации фокуса. Этап направлен на выявление нарушений управляемости, которые не фиксируются автоматическими средствами [1,5].

5 Тестирование с использованием экранного диктора. Анализ логической структуры заголовков, корректности разметки регионов и информативности ссылок направлен на оценку соответствия сайта принципам доступности и понятности для пользователей вспомогательных технологий [1,5].

6 Сравнительная оценка методов. Оценка примененных методов по четырем показателям: польза, точность, информативность и ремонтпригодность [5] (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов

Метод	Польза	Точность	Информативность	Ремонтпригодность
<i>Lighthouse</i>	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя
<i>Axe DevTools</i>	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
<i>Selenium</i> + <i>axe-core</i>	Высокая	Высокая	Очень высокая	Высокая
Масштабирование	Средняя	Высокая	Наглядная	Средняя
Клавиатурное тестирование	Очень высокая	Максимальная	Средняя	Средняя
Screen reader	Критическая	Максимальная	Высокая	Низкая–средняя

Автоматизированные инструменты обеспечивают высокую точность и удобство локализации формальных нарушений [5], тогда как ручные методы обладают большей

социальной значимостью, выявляя сценарные дефекты взаимодействия. Максимальная полнота аудита достигается при их последовательном комбинировании.

Автоматические инструменты целесообразно использовать на ранних стадиях разработки и в рамках *CI/CD*, где требуется регулярный контроль формальных критериев *WCAG* [1,4].

Ручные методы лучше использовать на этапе предрелизного аудита, поскольку они позволяют выявлять логические и сценарные дефекты навигации и взаимодействия.

Максимальная полнота аудита достигается при комбинированном применении методов, когда автоматическая проверка обеспечивает нормативный контроль, а ручное тестирование – оценку реального пользовательского опыта.

Алгоритм проверен на действующем веб-сайте Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой. В ходе тестирования выявлены системные нарушения цветовой контрастности, ошибки семантической структуры документа, нарушения порядка фокусировки и проблемы масштабируемости интерфейса.

Проверка показала, что автоматизированные средства эффективно выявляют формальные дефекты, однако критически значимые сценарные нарушения обнаруживаются только при ручной проверке. Это подтверждает необходимость комплексного подхода

Список литературы

1. Руководство по обеспечению доступности веб-контента (*WCAG*) 2.1. – Электрон. ресурс. – Режим доступа: <https://ifap.ru/ictdis/wcag21.htm> – Дата доступа: 28.02.2026.
2. DevTools: как пользоваться инструментами разработчика в браузере // HTML Academy. – Электрон. ресурс. – Режим доступа: <https://htmlacademy.ru/blog/soft/how-to-devtools> – Дата доступа: 28.02.2026.
3. Персиваль Г. Python. Разработка на основе тестирования / Г. Персиваль. – М. : ДМК Пресс, 2018. – 624 с.
4. Kim G., Humble J., Debois P., Willis J. *The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations*. – Portland : IT Revolution Press, 2016. – 480 p.
5. Ли Коупленд. Практика автоматизированного тестирования программного обеспечения / К. Коупленд. – М. : Вильямс, 2004. – 704 с.

UDC 004.415.533

AUTOMATION OF ACCESSIBILITY TESTING HOW TO ENSURE THE USABILITY OF THE PRODUCT FOR PEOPLE WITH DISABILITIES (BASED ON THE WCAG STANDARD)

Khlistunova K.V., Kuzmichkina D.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kovalenko I.V. – Head of the Department of Innovative Developments in Education, Master of Economics, Senior Lecturer of the Department of PICS

Annotation. An algorithm for comprehensive web accessibility testing based on automated and manual methods has been developed. A comparative evaluation of the tools was carried out according to the criteria of usefulness, accuracy, informativeness and maintainability. It is shown that their isolated use does not ensure full compliance with WCAG 2.1 AA. Testing on the current website has confirmed the effectiveness of the combined approach.

Keywords: web accessibility, WCAG 2.1, automated testing, Selenium, color contrast, keyboard navigation.