



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-2-59-68>

УДК 004.77:37.018.43-056.26

ЦИФРОВАЯ ДОСТУПНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО КОНТЕНТА С УЧЕТОМ СТАНДАРТА WEB CONTENT ACCESSIBILITY GUIDELINES

Е. С. ПИСКУН, У. А. МАКСИМЧУК

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
(Минск, Республика Беларусь)*

Аннотация. Показана значимость разработки образовательного веб-контента для пользователей с ограничениями по состоянию здоровья, в частности, с нарушением зрения, слуха, моторики и когнитивных способностей. Рассмотрены законодательные нормы и ключевые принципы стандарта Web Content Accessibility Guidelines, нацеленного на адаптацию цифровых платформ к пользователям с ограниченными возможностями. Обозначены специализированные инструменты для автоматизированной проверки и анализа различных аспектов доступности веб-страниц. Приведена оценка цифровой доступности веб-ресурса университета и даны рекомендации по ее улучшению в части доступности ресурсов для пользователей с нарушениями зрения, слуха, моторики и когнитивных способностей.

Ключевые слова: цифровая доступность, веб-ресурс, WCAG.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Пискун, Е. С. Цифровая доступность образовательного информационного контента с учетом стандарта Web Content Accessibility Guidelines / Е. С. Пискун, У. А. Максимчук // Цифровая трансформация. 2025. Т. 31, № 2. С. 59–68. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-2-59-68>.

DIGITAL ACCESSIBILITY OF EDUCATIONAL INFORMATION CONTENT TAKING INTO ACCOUNT THE WEB CONTENT ACCESSIBILITY GUIDELINES

EKATERINA S. PISKUN, ULYANA A. MAKSIMCHUK

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

Abstract. The importance of developing educational web content for users with disabilities, in particular, visual, hearing, motor and cognitive impairments, is shown. Legislative norms and key principles of Web Content Accessibility Guidelines standards aimed at adapting digital platforms to users with disabilities are considered. Specialized tools for automated testing and analysis of various aspects of web page accessibility are outlined. An assessment of the digital accessibility of the university web resource is given and recommendations for its improvement are given, in terms of accessibility of resources for users with visual, hearing, motor and cognitive impairments.

Keywords: digital accessibility, web resource, WCAG.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

For citation. Piskun E. S., Maksimchuk U. A. (2025) Digital Accessibility of Educational Information Content Taking into Account the Web Content Accessibility Guidelines. *Digital Transformation*. 31 (2), 59–68. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2025-31-2-59-68> (in Russian).

Введение

Современные технологии не только открыли новые горизонты в сфере образования, но и создали серьезные вызовы, связанные с доступностью информации для всех категорий пользователей. В условиях глобальной цифровизации различные EdTech-компании и университеты переходят на онлайн-форматы предоставления материалов, дистанционные курсы и цифровые библиотеки. Согласно [1], объем мирового рынка образовательных технологий в 2023 г. оценивался в 142,37 млрд долл. США и, как ожидается, в период с 2024 по 2030 г. будет расти среднегодовыми темпами в 13,4 %.

Цифровая доступность (digital accessibility) – это способность веб-ресурсов, разработанных EdTech-компаниями или университетами, быть удобными и функциональными для всех пользователей, включая людей с ограничениями по зрению, слуху, моторике и когнитивным способностям [2–4]. В образовательной сфере цифровая доступность играет критически важную роль, так как отсутствие адаптации электронных образовательных ресурсов может привести к дискриминации и исключению целых групп студентов и преподавателей из учебного процесса.

По результатам исследований ВОЗ, более 1 млрд человек во всем мире имеют ту или иную форму инвалидности, и данная цифра с каждым годом увеличивается [5]. В образовательной среде это выражается в потребности адаптировать онлайн-ресурсы таким образом, чтобы студенты с различными нарушениями могли без препятствий изучать материалы, взаимодействовать с преподавателями и выполнять учебные задания. Особенно актуальной такая проблема стала с ростом онлайн-обучения, который ускорился в результате пандемии COVID-19. Многие EdTech-компании и университеты были вынуждены срочно переводить образовательные процессы в цифровой формат, при этом доступность сайтов и образовательных платформ далеко не всегда учитывалась. Это привело к тому, что многие студенты с ограниченными возможностями столкнулись с проблемами при доступе к учебным материалам, взаимодействии с электронной средой и сдаче экзаменов.

В связи с вышесказанным, цель проведения исследований – определение, насколько сайт Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР), содержащий электронные образовательные ресурсы, соответствует требованиям цифровой доступности, а также выявление препятствий, с которыми могут столкнуться пользователи с ограниченными возможностями при взаимодействии с ним. В статье рассмотрены проблемы, возникающие у людей с нарушениями зрения (например, недостаточная контрастность текста, отсутствие альтернативного текста для изображений), слуха (отсутствие субтитров в видеоматериалах), моторики (сложность управления с клавиатуры, необходимость точного попадания по мелким элементам) и когнитивных особенностей (сложные формулировки, запутанная навигация). Для более объективного анализа использовались как автоматизированные инструменты тестирования доступности, так и ручные методы проверки, приближенные к реальному пользовательскому опыту.

На основе выявленных барьеров предложены рекомендации по модернизации сайта в соответствии со стандартом Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). Эти рекомендации охватывают как технические (оптимизация кода, улучшение адаптивности интерфейса, настройка поддержки экранных дикторов), так и содержательные аспекты (разработка альтернативных форматов контента, улучшение навигации, оптимизация взаимодействия для различных групп пользователей).

Законодательные нормы и ключевые принципы стандарта WCAG

Цифровая доступность имеет не только технологическое, но и правовое и этическое значения. Во многих странах на законодательном уровне закреплены требования к доступности цифровых платформ. В частности, в Европе действует Директива ЕС 2016/2102 «О доступности веб-сайтов и мобильных приложений органов публичного сектора» [6], которая обязывает образовательные учреждения адаптировать свои цифровые платформы в соответствии с установленными стандартами. В США принят Закон о реабилитации [7], который требует от всех федеральных агентств, включая государственные университеты, соблюдать правила цифровой доступности.

В Республике Беларусь обеспечение доступности веб-ресурсов для людей с инвалидностью регулируется рядом нормативно-правовых актов. Ключевым из них является Закон «О правах

инвалидов и их социальной интеграции» [8], который направлен на реализацию положений Конвенции о правах инвалидов и устанавливает права людей с ограниченными возможностями, гарантии их осуществления, а также меры по обеспечению равенства и недискриминации по признаку инвалидности. В контексте цифровой доступности белорусское законодательство предусматривает обязательства для государственных органов и организаций. Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2017 г. № 797 [9], интернет-сайты государственных органов и организаций должны быть доступны для незрячих пользователей. Это означает, что такие сайты обязаны предусматривать версии или поддерживать специальные технологии, обеспечивающие доступность для людей с инвалидностью по зрению.

Помимо законодательных норм, существуют также этические аспекты обеспечения доступности. Доступ к образованию является основополагающим правом человека, и отказ в этом праве на основании физических или когнитивных ограничений можно расценивать как дискриминацию. Сайты EdTech-компаний и университетов должны быть построены таким образом, чтобы любой пользователь, независимо от своих физических возможностей, мог получать информацию, записываться на курсы, взаимодействовать с преподавателями и пользоваться всеми возможностями образовательной среды. Игнорирование этих аспектов не только ограничивает права студентов и преподавателей, но и негативно сказывается на репутации организаций, реализующих образовательные услуги, а EdTech-компании и университеты, уделяющие внимание доступности, демонстрируют свою приверженность принципам инклюзивности, социальной ответственности и равенства возможностей.

Для оценки и улучшения доступности веб-ресурсов наиболее авторитетным и широко применяемым стандартом является WCAG, разработанный World Wide Web Consortium [10]. Рекомендации WCAG используются во многих странах для создания цифровой среды, доступной для людей с различными ограничениями. Основа WCAG – четыре ключевых принципа, которые обеспечивают доступность веб-контента для всех пользователей, включая людей с ограниченными возможностями [10]:

1) *воспринимаемость*: означает, что вся информация на сайте должна быть представлена таким образом, чтобы ее могли понимать люди с различными видами восприятия. Это предполагает наличие альтернативных текстов для изображений, субтитров и расшифровок для видеоматериалов, а также возможность настройки контраста и масштабирования текста без потери читаемости;

2) *управляемость*: предполагает, что пользователь должен иметь возможность легко взаимодействовать с сайтом, даже если он использует только клавиатуру или вспомогательные технологии, такие как экранные дикторы, что требует удобной навигации, четкой структуры страниц и отсутствия сложных интерактивных элементов, которые могут создавать препятствия при использовании;

3) *понятность контента и интерфейса*: играет важную роль в восприятии информации пользователями. Веб-ресурс должен быть логичным, предсказуемым и понятным, что достигается за счет простой и интуитивно понятной навигации, доступных форм и инструкций, а также использования четких шрифтов и хорошо структурированных текстов;

4) *надежность ресурса*: подразумевает его корректную работу на различных устройствах и браузерах, а также совместимость с программами чтения с экрана и другими вспомогательными технологиями, что особенно важно для пользователей, которые используют специализированное программное обеспечение для работы в интернете.

Важным аспектом является адаптация контента для пользователей с различными видами инвалидности. Это включает в себя использование читаемых шрифтов, доступных цветовых схем, альтернативных текстов для изображений, а также возможность изменять параметры отображения сайта в зависимости от потребностей пользователя.

В образовательной среде большое значение имеет мультимедийный контент, который должен быть доступным для всех категорий студентов. Видеолекции, презентации и аудиофайлы должны сопровождаться текстовыми расшифровками или субтитрами, чтобы студенты с нарушениями слуха могли полноценно воспринимать материал. Особое внимание следует уделять навигации по сайту, поскольку некоторые пользователи взаимодействуют с веб-ресурсами исключительно с помощью клавиатуры или специальных устройств ввода. В таких случаях важную роль играют

простота и предсказуемость интерфейса. Для обеспечения удобства необходимо использовать понятные элементы управления, избегать сложной анимации и всплывающих окон, которые могут создавать дополнительные препятствия при навигации. Интуитивно понятная структура страниц и логичное расположение элементов помогут пользователям легко ориентироваться на сайте и эффективно взаимодействовать с его содержимым.

Инструменты анализа структуры, функциональности и доступности электронных образовательных ресурсов

Исследование доступности образовательных веб-ресурсов невозможно без комплексного анализа их структуры, функционала и уровня соответствия международным стандартам. Для оценки уровня цифровой доступности было проведено автоматизированное тестирование сайта, позволившее объективно оценить его соответствие стандарту доступности и выявить ключевые проблемы, затрудняющие использование ресурса людьми с ограниченными возможностями. В рамках исследования были использованы несколько специализированных инструментов, которые анализируют различные аспекты доступности веб-страниц. Одним из таких инструментов стал WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) [11], который предназначен для проверки доступности веб-контента. Он анализирует структуру страницы, выявляет ошибки в разметке, проверяет наличие альтернативных текстов для изображений и оценивает уровень контрастности текста и фона. WAVE позволяет быстро определить, какие элементы сайта могут создавать барьеры для пользователей с ограниченными возможностями и нуждаются в доработке.

Еще одним важным инструментом, примененным в тестировании, стал Lighthouse, разработанный Google [12]. Он комплексно оценивает веб-страницы по нескольким критериям, включая производительность, SEO-оптимизацию и соответствие стандарту доступности. Lighthouse позволяет выявить проблемы, связанные с работой сайта на мобильных устройствах, корректностью верстки и семантической разметки, а также анализирует поддержку вспомогательных технологий. Также был использован инструмент axe DevTools [13], который предоставляет детальный анализ доступности веб-страницы. С его помощью можно выявить ошибки, связанные с недостаточной поддержкой клавиатурного управления, отсутствием необходимых ARIA-атрибутов, некорректным использованием HTML-структуры и другими барьерами, мешающими пользователям с инвалидностью эффективно взаимодействовать с веб-сайтом.

Особое внимание уделено анализу элементов управления сайтом, доступности интерактивных компонентов и корректности взаимодействия с клавиатурой. Важно отметить, что некоторые недочеты могут существенно усложнять навигацию по сайту для пользователей с нарушенной моторикой, поскольку им необходима возможность удобного перемещения между элементами без использования мыши. Отсутствие четких визуальных индикаторов фокуса также создает дополнительные трудности, делая некоторые функциональные элементы практически недоступными.

Оценка цифровой доступности веб-ресурса университета и рекомендации по ее улучшению

Официальный сайт БГУИР (<https://www.bsuir.by/>), содержащий электронные образовательные ресурсы, является ключевым инструментом коммуникации между университетом и студентами, преподавателями, абитуриентами и другими заинтересованными пользователями. Включает в себя множество разделов, предназначенных для различных категорий пользователей. Основные разделы содержат информацию о факультетах, образовательных программах, поступлении, научной деятельности, международном сотрудничестве и студенческой жизни. Также на сайте представлена информация о контактных данных администрации, расписании занятий и об электронных образовательных ресурсах.

Навигационная структура сайта организована с использованием горизонтального и бокового меню. Главное меню содержит основные категории, такие как «Абитуриенту», «Образование», «Наука», «Университет» и др. Дополнительные ссылки и меню расположены на страницах отдельных подразделов, что упрощает доступ к нужной информации. Однако отсутствие четких визуальных указателей и некоторых адаптивных элементов может усложнять навигацию для пользователей с ограниченными возможностями. Рассмотрим меры по оптимизации веб-ре-

сурсов для пользователей с нарушениями зрения, слуха, моторики (с ограниченной подвижностью) и когнитивных способностей.

Оптимизация веб-ресурсов для пользователей с нарушением зрения (Visual Accessibility Issues) и рекомендации по устранению недостатков в работе сайта

В рамках анализа цифровой доступности сайта БГУИР проведена категоризация мер по оптимизации веб-ресурсов на основе международных рекомендаций WCAG 2.1. Исследование выявило ряд элементов, затрудняющих использование ресурса для людей с нарушением зрения. Например, провели анализ на контрастность одного из компонентов на сайте БГУИР для оценки соответствия критериям доступности WCAG 2.1. Для этого перешли на сайт <https://www.bsuir.by> и открыли инструменты разработчика (рис. 1).

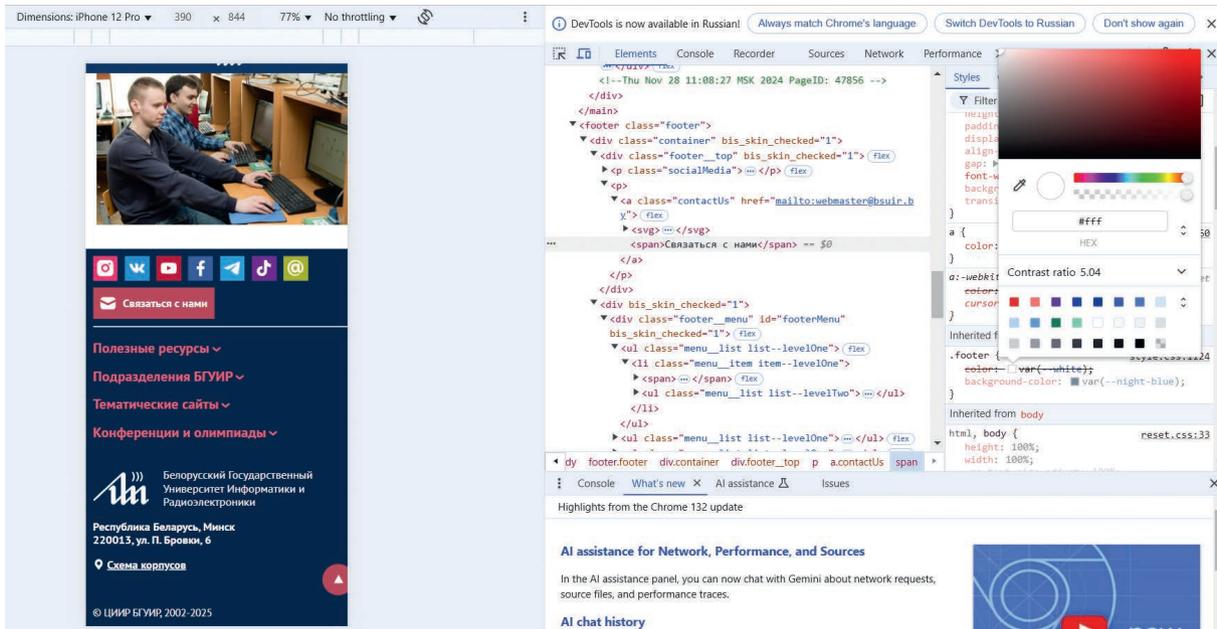


Рис. 1. Страницы сайта с инструментами разработчика
Fig. 1. Website pages with developer tools

Далее на вкладке Elements выбрали элемент с текстом, в разделе Styles нашли параметры color (цвет текста) и background-color (цвет фона), провели анализ элемента «Связаться с нами» (рис. 2, a).



Рис. 2. Интерфейс элемента «Связаться с нами» (a) и оценка его контрастности в Chrome DevTools (b)
Fig. 2. The “Contact Us” interface element (a) and its contrast rating in Chrome DevTools (b)

Результаты проверки на соответствие стандарту доступности WCAG 2.1, представленные на рис. 2, b, следующие: контрастность фона проходит минимальные требования WCAG AA ($\geq 4.5:1$), однако не соответствует повышенным требованиям WCAG AAA ($\geq 7.0:1$), соблюдения которых необходимы для пользователей с более серьезными нарушениями зрения, такими как слабовидящие люди или люди с катарактой. Из данного анализа можно сделать выводы, что текст будет читаем для большинства пользователей, но пользователи с нарушениями зрения могут испытывать сложности. В дополнение в условиях яркого солнечного света или при использовании экранных луп контраст может оказаться недостаточным. В табл. 1 приведены выявленные в работе сайта, предназначенного для пользователей с нарушением зрения, недостатки и рекомендации по их устранению.

Таблица 1. Недостатки в работе сайта, предназначенного для пользователей с нарушением зрения, и рекомендации по их устранению

Table 1. Shortcomings in the operation of a website intended for users with visual impairments and recommendations for their elimination

Недостаток	Описание	Рекомендация
Некорректное использование ARIA-атрибутов	Некоторые элементы интерфейса содержат неправильно настроенные ARIA-атрибуты или вообще их не используют. Это приводит к некорректному озвучиванию контента вспомогательными технологиями	Проверить и исправить использование ARIA-атрибутов (aria-label, aria-describedby, aria-live и др.)
Отсутствие семантической HTML-разметки	Вместо семантических тегов <header>, <nav>, <main>, <footer>, <button>, <label> используются <div> и , что затрудняет восприятие структуры страницы вспомогательными технологиями	Применять семантические HTML-элементы, соответствующие их функциям; использовать <button> вместо <div> для интерактивных элементов, <label> – для подписей к полям ввода и <nav> – для группировки навигационных ссылок
Использование текста в виде изображений	На сайте присутствуют изображения с текстом без альтернативного описания	Избегать использования изображений с текстом. В случаях, когда это необходимо, добавлять alt-теги с соответствующим текстом; добавить описательные alt-теги ко всем изображениям, особенно к тем, которые несут смысловую нагрузку; декоративные изображения должны иметь пустой alt="" , чтобы их игнорировали программы чтения с экрана
Отсутствие поясняющих подписей к формам ввода	Поля ввода в формах не имеют подписей (label), что затрудняет их использование для пользователей экранных дикторов	Добавить <label> ко всем полям ввода и связать их с элементами формы с помощью for и id
Некорректное использование всплывающих окон	Некоторые всплывающие окна (modals) невозможно закрыть с клавиатуры, а их содержимое недоступно для программ экранного чтения	Убедиться, что все всплывающие окна можно закрыть с клавиатуры (клавишей Esc) и что их содержание корректно озвучивается экранными дикторами

Оптимизация веб-ресурсов для пользователей с нарушением слуха (Auditory Accessibility Issues) и рекомендации по устранению недостатков в работе сайта

На рис. 3 представлен анализ доступности видеоконтента на сайте БГУИР. В частности, рассмотрена страница, содержащая видеоматериал о дне открытых дверей. Анализ показал, что кнопка «Субтитры» присутствует, но она не активна.



Рис. 3. Видеоролик «День открытых дверей БГУИР» на сайте университета
Fig. 3. Video clip “BSUIR Open Day” on the university website

С учетом рекомендаций, изложенных в WCAG 2.1, видеоматериал может быть адаптирован таким образом, чтобы содержать корректно работающие субтитры, а также изображение сурдопереводчика в виде дополнительного видеопотока, что обеспечит соответствие стандарту доступности и позволит пользователям с нарушением слуха воспринимать информацию наравне с остальной аудиторией (рис. 4).



Рис. 4. Видеоролик «День открытых дверей БГУИР» с учетом требований WCAG 2.1
Fig. 4. Video clip “BSUIR Open Day” taking into account the requirements of WCAG 2.1

В табл. 2 приведены выявленные в работе сайта, предназначенного для пользователей с нарушением слуха, недостатки и рекомендации по их устранению.

Таблица 2. Недостатки в работе сайта, предназначенного для пользователей с нарушением слуха, и рекомендации по их устранению

Table 2. Shortcomings in the operation of a website intended for users with hearing impairments and recommendations for their elimination

Недостаток	Описание	Рекомендация
Отсутствие текстовых транскрипций для видеоматериалов	Видеоконтент на сайте не сопровождается текстовыми расшифровками, что делает его недоступным для людей с нарушением слуха	Добавить субтитры ко всем видеозаписям и предоставить текстовые расшифровки аудиоматериалов; при использовании YouTube можно применять встроенную систему автоматических субтитров с последующей корректировкой
Автовоспроизведение аудио и видео	Некоторые аудио- и видеоматериалы воспроизводятся автоматически без возможности отключения, что может создавать дискомфорт для пользователей с когнитивными нарушениями	Отключить автозапуск или предоставить пользователям возможность отключать аудио- и видеоконтент вручную

Оптимизация веб-ресурсов для пользователей с ограниченной подвижностью (Motor Accessibility Issues) и рекомендации по устранению недостатков в работе сайта

При анализе цифровой доступности сайта БГУИР для пользователей с нарушениями моторики (с ограниченной подвижностью) выявлены некоторые недостатки. В табл. 3 приведены выявленные в работе сайта, предназначенного для пользователей с нарушением моторики, недостатки и рекомендации по их устранению.

Таблица 3. Недостатки в работе сайта, предназначенного для пользователей с нарушением моторики, и рекомендации по их устранению

Table 3. Shortcomings in the operation of a website designed for users with motor impairments and recommendations for their elimination

Недостаток	Описание	Рекомендация
Некорректная работа клавиатурной навигации	Некоторые интерактивные элементы (меню, выпадающие списки, кнопки) не фокусируются корректно при навигации с клавиатуры. Это делает их недоступными для пользователей, которые не могут пользоваться мышью	Добавить корректное управление клавиатурой: убедиться, что все интерактивные элементы доступны через Tab, а действия можно выполнять с помощью Enter и Space; убедиться, что фокус видим и логично перемещается по странице
Отсутствие механизма пропуска навигации	На сайте нет кнопки «Пропустить к содержимому» (Skip to Content), что затрудняет работу для пользователей клавиатурной навигации	Добавить ссылку «Пропустить к содержимому» перед основным контентом, чтобы пользователи могли быстро переходить к основному содержимому, минуя длинные меню

Оптимизация веб-ресурсов для пользователей с когнитивными нарушениями (Cognitive Accessibility Issues) и рекомендации по устранению недостатков в работе сайта

При анализе цифровой доступности сайта БГУИР для пользователей с когнитивными нарушениями выявлен ряд недостатков, перечисленных в табл. 4. Также в таблице приведены рекомендации по их устранению.

Таблица 4. Недостатки в работе сайта, предназначенного для пользователей с когнитивными нарушениями, и рекомендации по их устранению

Table 4. Shortcomings in the operation of a website intended for users with cognitive impairments and recommendations for their elimination

Недостаток	Описание	Рекомендация
Автовоспроизведение аудио и видео	Незапланированное воспроизведение аудио и видео может дезориентировать и вызывать дискомфорт	Убедиться в корректности воспроизведения аудио- и видеоконтента с помощью Enter и Space
Неадаптивный дизайн на некоторых страницах	Сложные интерфейсы и неподходящее форматирование могут затруднять восприятие информации	Избегать возможности использования интерфейсов со сложной конфигурацией

Заключение

1. Анализ доступности образовательных веб-ресурсов сайта БГУИР по международному стандарту WCAG показал, что ресурс достаточно на высоком уровне соответствует основным требованиям цифровой доступности. Однако, несмотря на наличие ряда положительных аспектов, таких как корректное отображение информации и использование семантической разметки, выявлены недостатки, требующие внимания.

2. Для улучшения доступности сайта БГУИР, направленного на соответствие стандарту WCAG и устранение выявленных барьеров, целесообразно:

- использовать автоматизированные инструменты тестирования, такие как WAVE, Lighthouse и axe DevTools, для регулярного мониторинга проблем доступности;
- провести мануальное тестирование с участием пользователей с ограниченными возможностями, что позволит оценить реальный пользовательский опыт и выявить проблемы, которые могут остаться незамеченными при автоматизированной проверке;

– внедрить метод экспертного анализа, основанный на детальной проверке сайта специалистами по веб-доступности.

3. Для обеспечения долговременной доступности сайта следует внедрить процесс постоянного контроля и аудита, включая обучение разработчиков и контент-менеджеров принципам веб-доступности. Разработка внутренних руководств и стандартов по доступности позволит поддерживать сайт в соответствии с лучшими практиками и предотвращать появление новых проблем.

Список литературы

1. Education Technology Market Size & Trends [Electronic Resource]. Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/education-technology-market>. Date of access: 18.03.2024.
2. Horton, S. *Access by Design: A Guide to Universal Usability for Web Designers* / S. Horton. USA: New Riders Pub., 2005.
3. Horton, S. *A Web for Everyone: Designing Accessible User Experiences* / S. Horton, W. Quesenbery, A. Gustafson. USA: Rosenfeld Media Pub., 2014.
4. Hoekman, R. Jr. *Designing the Obvious: A Common Sense Approach to Web and Mobile Application Design* / R. Jr. Hoekman. USA: New Riders Pub., 2010.
5. ВОЗ: более 1 млрд человек в мире имеют инвалидность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://katarzyna.ru/articles/voz-bolee-1-mlrd-chelovek-v-mire-imeyut-invalidnost.html>. Дата доступа: 18.03.2024.
6. О доступности веб-сайтов и мобильных приложений органов публичного сектора: Директива Европейского парламента и Совета ЕС 2016/2102 от 26 октября 2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/71737650/>. Дата доступа: 18.03.2024.
7. Policy & Management. IT Accessibility Laws and Policies. Section 508 of the Rehabilitation Act of 1973 [Electronic Resource]. Mode of access: <https://www.section508.gov/manage/laws-and-policies/>. Date of access: 18.03.2024.
8. О правах инвалидов и их социальной интеграции: Закон Республики Беларусь 30 июня 2022 г. № 183-З [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mintrud.gov.by/ru/zakon-o-pravah-invalidov-i-ih-socialnoi-integracii-ru#>. Дата доступа: 18.03.2024.
9. О внесении изменения и дополнений в Положение о порядке функционирования интернет-сайтов государственных органов и организаций: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.10.2017 № 797 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700797&p1=1&p5=0/>. Дата доступа: 18.03.2024.
10. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. W3C Recommendation [Electronic Resource]. Mode of access: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Date of access: 18.03.2024.
11. WAVE Web Accessibility Evaluation Tools [Electronic Resource]. Mode of access: <https://wave.webaim.org/>. Date of access: 18.03.2024.
12. Introduction to Lighthouse [Electronic Resource]. Mode of access: <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview?hl=ru/>. Date of access: 18.03.2024.
13. axe DevTools – Web Accessibility Testing [Electronic Resource]. Mode of access: <https://chromewebstore.google.com/detail/axe-devtools-web-accessib/lhdoppojpmngadmndnejejpokejbdd/>. Date of access: 18.03.2024.

Поступила 18.03.2025

Принята в печать 21.04.2025

Доступна на сайте 10.07.2025

References

1. *Education Technology Market Size & Trends*. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/education-technology-market> (Accessed 18 March 2024).
2. Horton S. (2005) *Access by Design: A Guide to Universal Usability for Web Designers*. USA, New Riders Pub.
3. Horton S., Quesenbery W., Gustafson A. (2014) *A Web for Everyone: Designing Accessible User Experiences*. USA, Rosenfeld Media Pub.
4. Hoekman R. Jr. (2010) *Designing the Obvious: A Common Sense Approach to Web and Mobile Application Design*. USA, New Riders Pub.
5. WHO: *More Than 1 Billion People in the World Have Disabilities*. Available: <https://katarzyna.ru/articles/voz-bolee-1-mlrd-chelovek-v-mire-imeyut-invalidnost.html> (Accessed 18 March 2024) (in Russian).
6. On the Accessibility of Websites and Mobile Applications of Public Sector Bodies. *Directive (EU) 2016/2102 of the European Parliament and of the Council of 26 October 2016*. Available: <https://base.garant.ru/71737650/> (Accessed 18 March 2024) (in Russian).
7. *Policy & Management. IT Accessibility Laws and Policies. Section 508 of the Rehabilitation Act of 1973*. Available: <https://www.section508.gov/manage/laws-and-policies/> (Accessed 18 March 2024).

8. On the Rights of Persons with Disabilities and Their Social Integration. *Law of the Republic of Belarus of June 30, 2022 No 183-Z*. Available: <https://etalonline.by/document/?regnum=H12200183/> (Accessed 18 March 2024) (in Russian).
9. On Amendments and Supplements to the Regulation on the Procedure for the Functioning of Internet Sites of State Bodies and Organizations. *Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated 23.10.2017 No 797*. Available: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700797&p1=1&p5=0/> (Accessed 18 March 2024) (in Russian).
10. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. W3C Recommendation*. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (Accessed 18 March 2024).
11. *WAVE Web Accessibility Evaluation Tools*. Available: <https://wave.webaim.org/> (Accessed 18 March 2024).
12. *Introduction to Lighthouse*. Available: <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview?hl=ru/> (Accessed 18 March 2024).
13. *axe DevTools – Web Accessibility Testing*. Available: <https://chromewebstore.google.com/detail/axe-devtools-web-accessib/lhdoppojpmngadmndnejejpokejbdd/> (Accessed 18 March 2024).

Received: 18 March 2025

Accepted: 21 April 2025

Available on the website: 10 July 2025

Вклад авторов / Authors' contribution

Авторы внесли равный вклад в написание статьи / The authors contributed equally to the writing of the article.

Сведения об авторах

Пискун Е. С., канд. экон. наук, доц. каф. проектирования информационно-компьютерных систем, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Максимчук У. А., студ., Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,
Минск, ул. П. Бровки, 6
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Тел.: +375 17 292-20-80
E-mail: e.piskun@bsuir.by
Пискун Екатерина Сергеевна

Information about the authors

Piskun E. S., Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor at the Department of Design Information and Computer Systems, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Maksimchuk U. A., Student, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,
Minsk, P. Brovki St., 6
Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics
Tel.: +375 17 292-20-80
E-mail: e.piskun@bsuir.by
Piskun Ekaterina Sergeevna