

УДК 004.89

А.Л. Болейко, А.В. Вовк

*Харьковский национальный университет радиотехники, Харьков*

## АДАПТАЦИЯ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ЗРИТЕЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

*Исследован процесс разработки веб-интерфейсов и программного обеспечения для людей с ограниченными зрительными возможностями. Определены причинно-следственные связи проблем при использовании интерфейсов веб-сайтов. Проведено тестирование различных устройств с разным программным обеспечением и дополнениями. Разработаны ключевые решения адаптации интерфейса дизайна и контента.*

**Ключевые слова:** интерфейс, адаптация, веб-разработка, информация.

### Введение

Интернет-технологии объединили огромное количество людей во всем мире. С каждым днем все больше пользователей получает доступ к Интернет-ресурсам. Но, к огромному сожалению, не каждый человек с ограниченными зрительными возможностями может свободно пользоваться информацией во всемирной паутине. В мире, по данным ООН, живет более 285 миллионов людей с проблемами зрения, из них около 40 миллионов – полностью слепые [1].

В современном мире существуют некоторые устройства и технологии, позволяющие людям с частичным или полным отсутствием зрительной функции пользоваться интернетом. Например: экранный ридер, зачитывающий текст с экрана; тактильный дисплей, преобразующий текст в шрифт Брайля; экранная лупа; встроенные инструменты браузеров и операционных систем, увеличивающие кегль шрифта и т.д. Однако они имеют ряд недостатков, часть которых связанных с программным обеспечением, выводящим по-иному информацию с любого сайта, не влияя на структуру и содержимое ресурса. Но основная часть проблем связана непосредственно с самим источником и структуризацией информации этого ресурса, что важно при выполнении целей и задач, как пользователя, так и сайта.

**Целью работы** является исследование интерфейсов в веб-среде, а также средств различного программного обеспечения, позволяющего использовать веб-приложения пользователями с ограниченными зрительными возможностями.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– выяснить причинно-следственные связи проблем при использовании интерфейсов веб-сайтов;

– протестировать возможности использования и функционирования веб-приложений посредством различного программного обеспечения;

– проанализировать полученные результаты и предложить пути решения возможных нерешенных проблем использования интерфейсов людьми с ограниченной зрительной функциональностью.

### Проектирование веб-приложения

Разработка любого веб-приложения, независимо от целевого пользователя, в том числе и людей с недостаточным зрением или полностью слепых, делится на несколько этапов.

1. Определение основных функций ресурса.
2. Создание информационной архитектуры сайта.
3. Проектирование интерфейса.
4. Дизайн информационного продукта.
3. Выбор оптимальных языков программирования, фреймверков, архитектуры программного и аппаратного обеспечения.
4. Фронтэндная разработка.
5. Бэкэндная разработка.
6. Тестирование программного продукта.
7. Доработка и исправление ошибок.
8. Регистрация домена и размещение на сервере веб-приложения.

Этапы взаимосвязаны и периодические контакты разработчиков важны для достижения удобного использования веб-сайтов любыми людьми.

Использование мобильного трафика, по сравнению с десктопным использованием Интернета, продолжает расти. По статистике за 2016 52,7% пользователей получают доступ к интернету через смартфоны, а в США это значение достигает 75,1%. Исходя из таких данных, очень важной задачей на данный момент является проектирование и модернизация веб-ресурсов для различных устройств. Огромная разница заключается в количестве информации, которую можно вывести на дисплей и методом контакта пользователя с ресурсом посредством устройства ввода (мышь, клавиатура, микрофон, сен-

сорный дисплей и т.д.). По информации USA Today, даже в 2016 году слепые не могут просмотреть около половины сайтов [2].

При проектировании информационной архитектуры и интерфейса сайта необходимо стремиться к минимальной когнитивной нагрузке пользователя [3], потому что люди с ограниченными зрительными возможностями опираются на свою память и огромный набор жестов в механической мышечной памяти при использовании сенсорных дисплеев смартфонов или планшетов. Основная концепция решения этой задачи основана на простоте интерфейса [4], которая повышает удобство использования сайта любыми пользователями. Для людей с частичным и полным отсутствием зрения существуют разные критерии и требования к удобному использованию веб-ресурса, но есть общие тенденции, характерные для таких пользователей [5]. Это связано с нехваткой визуальной информации, которая влияет на пользовательские навыки, потому что человек не может быстро оглянуть веб-страницу, осмотреть

пункты меню или сразу увидеть интересующую информацию. Такие пользователи часто не могут использовать визуальные подсказки для определения иерархии страницы, сгруппированной информации, взаимосвязей между блоками информации, а также содержимым изображений, графиков. Они могут распознать содержимое сайта по первым данным в потоке страницы, слушая текст, зачитываемый скринридером, посредством визуального увеличения данных и иными подобными методами [6]. Это огромные объемы информации для понимания содержимого страницы и структуры, не говоря о дальнейшем контенте ресурса, которую необходимо проанализировать пользователю.

Поскольку возможности использования интерфейсов непосредственно зависят от программного и аппаратного обеспечения, для анализа существующих технологий для людей с ограниченными зрительными возможностями был проведен обзор функциональности на различных устройствах (табл. 1).

Таблица 1

Устройства, тестируемые на функциональность ПО для людей с ограниченной зрительной функцией

Хар-ки	Устройство 1	Устройство 2	Устройство 3	Устройство 4	Устройство 5	Устройство 6
Тип (модель)	ПК	Ноутбук (MacBook Pro)	Смартфон (Iphone 5)	Смартфон (Nokia X2 Dual Sim RM-1013)	Смартфон (HTC Desire 500)	Смартфон (Meizu M5 M611H)
Операционная система	Windows 7 Максимальная	macOS Sierra 10.12.3	IOS 10.3.1	Android KitKat	Android 4.1.2	Android 6.0 Flyme 5.2.10.0G
Процессор	AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 5600+ 2.9ГГц	Intel Core i7 3,3 ГГц	Apple A6 1,3 ГГц	Qualcomm (MSM8210) Snapdragon 200 Cortex-A7 1,2 ГГц	Qualcomm 1,2 ГГц	ARM Cortex-A53 1.5GHz ARM Cortex A53 1.0GHz
ОЗУ	2ГБ	16 ГБ	1ГБ	1024 Мб	1 Гб	2 Гб

### Тестирования юзабилити

Немаловажным фактором, влияющим на повышение полезной производительности использования веб-приложений, является наличие определенных дополнительных программ и расширений. Были проведены тестирования юзабилити на устройствах с разными сочетаниями операционной системы и прикладными программами и дополнениями.

Результаты тестирования приведены в табл. 2.

Тест 1.

Выполнение обзора функциональности «Специальные возможности» ОС Устройства 1.

Тест 2.

По рекомендации сообщества MDN (Mozilla Developer Network) [11] с браузером Mozilla успешно функционируют такие скринридеры как JAWS

support и GW Micro's Window-Eyes от компании Ai Squared. По причине поддержки JAWS support ограниченного количества языков (португальский, немецкий, английский, французский, французский (Канада), испанский) [12] проведен обзор функциональности Window-Eyes 9.5.4 [13] на Устройстве 1.

Тест 3.

Выполнение обзора функциональности голосового интерфейса для браузера Google Chrome: расширение ChromeVox 53.0.2784.5 на Устройстве 1 и Устройстве 2.

Тест 4.

Выполнение обзора функциональности «Универсальный доступ» ОС Устройства 2.

Тест 5.

Выполнение обзора функциональности «Универсальный доступ» ОС Устройства 3.

Таблица 2

Результаты тестирования функциональности ПО для людей с ограниченной зрительной функцией

Характеристика	Тест 1	Тест 2	Тест 3	Тест 4	Тест 5	Тест 6	Тест 7	Тест 8
<b>Управление текстом</b>								
Кегль шрифта	+	-	-	+	+	+	+	+
Начертание	+	-	-	+	+	-	-	-
Контраст	+	-	-	+	+		-	
<b>Управление объектами</b>								
Кнопки (стилизация UI-элементов)	-	-	-	+	+	-	-	-
Интерактивные элементы	+	-	-	+	+	-	-	-
Тайтлы (этикетки)	-	-	-	+	+	-	-	+
Активность (анимации)	+	-	-	+	+	-	-	+
<b>Увеличение содержимого интерфейса</b>								
Полноэкранное	+	-	-	+	+	+	-	+
Частичное	+	-	-	+	+	-	-	+
Масштабирование	+	-	-	+	+	+/-	-	+/-
Быстрый доступ	+	-	-	+	+	+	-	+/-
<b>Адаптация дисплея</b>								
Инверсия	+	-	-	+	+	-	-	+
Фильтры	+	-	-	+	+	-	-	+
<b>Чтение содержимого (синтез речи)</b>								
Мультиязычность	англ.	18 языков	52 языка	40 языков	37 языков	англ, нем, исп, фр, ит	англ, нем, исп, фр, ит	англ, нем, исп, фр, ит
Визуальный контент	+/-	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-
Интерактивные свойства элементов	+/-	-	+	+	+	+/-	+/-	+/-
Сложные элементы (группы объектов, контент ajax)	-	+/-	+/-	+	+	-	-	-
Речевые настройки	+	+	+	+	+	+/-	+/-	+/-
<b>Подключение сторонних устройств</b>								
Брайлевский дисплей	+	+	-	+	+	-	+	+
Микрофон	+	-	-	+	+	-	+	+
Наушники	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Дополнительные возможности</b>								
Распознавание речи	англ, исп, кит, нем, фр, яп	-	-	40 языков	37 языков	-	-	-
Воздействие на акселерометр (управление движением)	-	-	-	+	+	-	+	-

Тест 6.

Выполнение обзора функциональности «Специальные возможности» ОС Устройства 4.

Тест 7.

Выполнение обзора функциональности «Специальные возможности» ОС Устройства 5.

Тест 8.

Выполнение обзора функциональности «Специальные возможности» ОС Устройства 6.

В результате проведенных тестирований было выявлено, что наиболее широкой функциональностью для людей с ограниченными зрительными возможностями являются устройства в совокупности с программным обеспечением, прошедшие Тест 1, Тест 4, Тест 5. Разработали ключевые решения адаптации интерфейса дизайна и контента.

1. Присутствие краткой информации о веб-ресурсе в начале потока страницы. В случае попадания на веб-ресурс первый раз – позволяет оценить направленность и создать представление у пользователя о дальнейшем контенте ресурса. В случае частого посещения ресурса – оценить изменения или возобновить в памяти данные содержимого страницы [7].

2. Структуризация контента и наличие навигации по сайту и странице (т.е. якоря). Необходимость данного условия заключается в логичном построении дерева страниц сайта, выделение основных ветвей (не более 5-6 ед.), а также следующих по иерархии ветвей в случае наличия огромного объема информации на сайте [8]. Для страниц с разнообразным или/и большим количеством контента важно наличие ссылок в начале потока страницы на логические части (тайтлы блоков). Немаловажным моментом при создании таких ссылок, являющихся интерактивными элементами с точки зрения взаимодействия пользователя со страницей, являются ссылки «пропустить навигацию (меню)», которая предшествует основной навигации по сайту. Эту ссылку важно включить для пользователей скринридеров, для предотвращения продолжительного перечисления всех пунктов и подпунктов меню (особенно когда сайт имеет очень большую разветвленную структуру), перед непосредственным целевым контентом страницы [9]. Для того, чтобы исключить визуальное отображение такой ссылки на странице, с целью визуального улучшения для пользователей с обычным зрением, – существуют различные методы фронтэндной разработки. Например, цвет ссылки соответствует цвету фона; изменение размера до 0 px; размещение ссылки на прозрачном изображении размером 1 px; но наиболее эффективным для поддержания доступности содержимого (accessibility) является метод размещения ссылки вне экрана (viewport) и позиционирование на экране в случае достижения этого элемента посредством

нажатия tab на клавиатуре (при прохождении по элементам страницы tab-ами и фокусированием интерактивных элементов – чаще применяется пользователями с физическими отклонениями) или достижения ее скринридером [10]. Также, пользуясь различным программным обеспечением, позволяющим воспроизводить вслух содержимое на экране «текст в речь» и управляя интерактивными элементами страницы важным оказалось наличие ссылки, позволяющей вернуться назад на предыдущую посещенную страницу (блок) и аналогичная функциональность для закрытия всплывающих окон или других элементов интерфейса.

3. Минимизация повторения данных (для обычного пользователя и пользователя с недостаточным зрением это означает меньше информации для визуального сканирования страницы, а для слепого – меньше информации прослушиваемой от скринридера или другого альтернативного устройства / ПО).

4. Добавление текстового описания не текстовых визуальных элементов. Это важно для понимания контента страницы пользователями с недостаточным или отсутствующим зрением, особенно, когда такой контент является не просто вспомогательным для понимания контента страницы, а несёт роль основного содержимого ресурса (изображения, графики и т.д.). Например, когда зрячие пользователи видят на одной фотографии цветущий сад, а на другой – руины разбомбленного города, слепые в обоих случаях могут услышать от механического голоса ридера лишь слово «изображение». Такое происходит, если разработчик не прописал в коде сайта дополнительную текстовую информацию о картинке, которую ридер может считать. Есть и другие недостатки: ридер не может считывать движущийся текст, отображать видео, графики, таблицы и капчи, которые сайты используют для проверки «человек/робот».

## Выводы

В целом, из-за несовершенства программного обеспечения и разработки огромного количества сайтов, не адаптированных для использования людьми с ограниченной зрительной функциональностью, использование многих технологий и устройств становится неэффективным или невозможным. Для анализа интерфейсов веб-сайтов и технологий, позволяющих их использовать, был проведен ряд тестирований, позволивший определить наличие наиболее важной функциональности. Было выявлено, что управление и доступ к элементам интерфейса на десктопных устройствах непосредственно связан со специальными возможностями операционной системы устройства и недостающую функциональность частично можно расширить дополнительным

программным обеспечением или настройками браузера. Для мобильных устройств ситуация больше зависит непосредственно от функциональности операционной системы, что к сожалению в некоторых случаях ограничивает возможность взаимодействия с интерфейсом посредством мобильного устройства человеком с ограниченными зрительными функциями практически полностью.

Проанализировав полученные результаты тестирования, были разработаны ключевые концепции адаптации веб-приложений, поддержание которых на стадии проектирования повысит уровень управления элементами интерфейса людьми с ограниченными зрительными возможностями.

С увеличением количества людей, у которых ухудшается зрение, данный вопрос становится все более актуальным. Разработка адаптивных универсальных интерфейсов и возможности управления ими содействует не только улучшению качества современной жизни, но и помогает решить огромное количество важных сложных задач.

### Список литературы

1. Увидеть интернет. Как далеко продвинулись технологии, которые позволяют слепым выходить в Сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://meduza.io/feature/2016/05/30/uvidet-internet>. – 06.01.2017 – Загл. с экрана.
2. Facebook taps artificial intelligence for users with disabilities. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.usatoday.com/story/tech/news/2016/03/23/facebook-accessibility-people-with-disabilities/82026554/> – 09.01.2017 – Загл. с экрана.
3. Minimize Cognitive Load to Maximize Usability [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.nngroup.com/articles/minimize-cognitive-load/> – 23.01.2017 – Загл. с экрана.
4. Intranet Information Architecture Trends Usability [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.nngroup.com/articles/intranet-information-architecture-ia/> – 15.02.2017 – Загл. с экрана.

5. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-ru/> – 26.01.2017 – Загл. с экрана.

6. Screen Readers on Touchscreen [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.nngroup.com/articles/touchscreen-screen-readers/> – 05.02.2017 – Загл. с экрана.

7. Seniors as Web Users [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.nngroup.com/articles/usability-for-senior-citizens/> – 15.02.2017 – Загл. с экрана.

8. Accessibility Is Not Enough [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.nngroup.com/articles/accessibility-is-not-enough/> – 16.02.2017 – Загл. с экрана.

9. «Skip Navigation» Links [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://webaim.org/techniques/skipnav/> – 15.02.2017 – Загл. с экрана.

10. Keyboard-Only Navigation for Improved Accessibility [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://www.nngroup.com/articles/keyboard-accessibility/> – 18.02.2017 – Загл. с экрана.

11. Accessibility and Mozilla [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Mozilla/Accessibility> – 02.04.2017 – Загл. с экрана.

12. JAWS Screen Reading Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.freedomscientific.com/Downloads/JAWS> – 03.04.2017 – Загл. с экрана.

13. GW Micro [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.gwmicro.com/> – 06.04.2017 – Загл. с экрана.

Поступила в редколлегию 10.05.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. В.А. Филатов, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

### АДАПТАЦІЯ ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ ЗОРОВИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

А.Л. Болейко, О.В. Вовк

Досліджено процес розробки веб-інтерфейсів і програмного забезпечення для людей з обмеженими зоровими можливостями. Визначені причинно-наслідкові зв'язки проблем при використанні інтерфейсів веб-сайтів. Проведено тестування різних пристроїв з різним програмним забезпеченням і доповненнями. Розроблені ключові вирішення адаптації інтерфейсу дизайну і контенту.

**Ключові слова:** інтерфейс, адаптація, веб-розробка, інформація.

### ADAPTATION OF WEB-INTERFACES FOR PEOPLE WITH LIMITED VISUAL POSSIBILITIES

A. Boleyko, A. Vovk

Development of web-interfaces and software process is investigational for people with the limited visual possibilities. Casual relationship connections of problems are certain at the use of interfaces of web-sites. Testing of different devices is conducted with different software and additions. The key decisions of interfaces adaptations of design and content are developed.

**Keywords:** interface, adaptation, web-development, information.