

III Н.Д. Климов I

ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ ДОСТУПНОСТИ ЦИФРОВЫХ ПРОДУКТОВ

Учебно-методическое пособие



Н.Д. Климов

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА
ТЕСТИРОВАНИЯ ДОСТУПНОСТИ
ЦИФРОВЫХ ПРОДУКТОВ**

Учебно-методическое пособие

Белгород 2024

Климов Н.Д.

К 49

Интегрированная методика тестирования доступности цифровых продуктов : учебно-методическое пособие / Н.Д. Климов. – Белгород : ООО «Эпицентр», 2024. – 32 с.

ISBN 978-5-6053367-9-2

Настоящая методика представляет собой комплексный подход к тестированию и обеспечению доступности цифровых продуктов, ориентированный на глубокую интеграцию принципов инклюзивности в процесс разработки. Авторский подход основан на раннем включении проверок в жизненный цикл, сочетании автоматизированных и ручных методов, применении повествовательных тест-кейсов и систематическом документировании результатов. В отличие от традиционных фрагментарных практик, данная методика позволяет инженерам качества, инженерам по тестированию и разработчикам целостно и осознанно оценивать инклюзивность интерфейсов, вовремя обнаруживать и устранять проблемы, оптимизировать процессы и повышать уровень профессиональной зрелости команды. Использование международных стандартов, таких как WCAG, поддержка вспомогательных технологий и гибкое взаимодействие с инструментами аудита формируют прочную основу для непрерывного совершенствования продукта и адаптации к потребностям разных групп пользователей. Итогом становится не просто соответствие нормам, а создание среды, доступной всем, что повышает конкурентоспособность и укрепляет репутацию продукта.

Данное пособие ориентировано, в первую очередь, на практиков: инженеров по качеству (QA), инженеров по тестированию, разработчиков и продакт-менеджеров, стремящихся повысить качество и инклюзивность своих решений. Материал будет полезен тем, кто уже знаком с основными понятиями доступности, но нуждается в чётких и применимых на практике инструментах, а также тем, кто только начинает изучать эту область и желает освоить эффективные приёмы тестирования с учётом цифровой инклюзивности.

ББК 73

ISBN 978-5-6053367-9-2

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Основы и предпосылки методики тестирования доступности.....	6
1.1 Понимание доступности и её роль в современных приложениях	6
1.2 Подход к тестированию доступности на ранних этапах разработки.....	9
Глава 2. Авторская методика	13
2.1 Принципы авторской методики тестирования доступности	13
2.2 Подготовительный этап.....	18
2.3 Реализация PDF-конвертации	20
2.4 Анализ структуры документа	22
2.5 Тестирование компонентов.....	24
2.6 Документирование результатов.....	26
Заключение	28
Список источников	29
References	31

Введение

Современные цифровые продукты должны быть доступны для максимально широкого круга пользователей, включая людей с различными ограничениями зрения, слуха, моторики или когнитивных функций. Глобальные стандарты и нормы в области цифровой доступности (такие как WCAG, ADA, Section 508 и другие) стали неотъемлемой частью процесса проектирования и разработки приложений. Тем не менее, внедрение доступности на практике нередко вызывает затруднения, особенно у специалистов по обеспечению качества (QA), инженеров по тестированию и разработчиков. Структурированный и понятный метод тестирования в данной области может существенно упростить эту задачу.

Цель настоящего методического пособия — представить авторскую методику тестирования доступности, направленную на повышение эффективности и качества проверок. Предлагаемый подход опирается на проверенные временем стандарты и вводит тестирование доступности на ранних этапах разработки, что позволяет избежать трудоемких доработок перед релизом. Такая интеграция делает проверки доступности не завершающим этапом, а органичной частью всего жизненного цикла продукта. Методика учитывает широкий спектр аспектов доступности: от корректной семантической разметки и цветового контраста до адаптации мультимедийного контента и проверки удобства навигации.

Данное пособие ориентировано, в первую очередь, на практиков: инженеров по качеству (QA), инженеров по тестированию, разработчиков и продакт-менеджеров, стремящихся повысить качество и инклюзивность своих решений. Материал будет полезен тем, кто уже знаком с основными понятиями доступности, но нуждается в чётких и применимых на практике инструментах, а также тем, кто только начинает изучать эту область и желает освоить эффективные приёмы тестирования с учётом цифровой инклюзивности.

В последующих разделах пособия будут рассмотрены:

- Ключевые принципы и стандарты доступности, важные для понимания контекста тестирования;

- Авторская методика, включающая систематизированную подготовку к проверкам, принципы создания и адаптации тест-кейсов, оптимальное сочетание автоматизированных и ручных проверок;

- Практические инструменты и примеры интеграции методики в рабочий процесс подготовки к релизу;

- Рекомендации по документированию результатов, обучению команды и созданию материалов для пользователей с различными ограничениями.

В результате изучения данного методического пособия специалисты, отвечающие за качество цифровых продуктов, смогут быстрее и надёжнее проводить тестирование на доступность, выявлять потенциальные проблемы ещё на ранних этапах и в конечном итоге повышать уровень комфорта и удовлетворённости для всех категорий пользователей.

Глава 1. Основы и предпосылки методики тестирования доступности

1.1 Понимание доступности и её роль в современных приложениях

Доступность цифровых продуктов давно стала обязательным требованием, обеспечивающим равные возможности для всех пользователей вне зависимости от их физических, сенсорных или когнитивных особенностей. По данным Всемирной организации здравоохранения [11], около 16% мирового населения (то есть порядка 1,3 миллиарда человек) живут с серьёзными формами инвалидности, а независимые исследования свидетельствуют, что более 2 миллиардов людей во всём мире имеют нарушения зрения — от снижения остроты до полной слепоты. Такая статистика недвусмысленно указывает на масштаб проблемы: если цифровые сервисы игнорируют особенности этих групп, то миллионы пользователей оказываются в положении неравных возможностей, вынужденные либо искать обходные пути, либо вовсе отказываться от определённых продуктов и услуг. Аналитические отчёты подтверждают, что компании, неспособные обеспечить доступность, теряют значительную часть потенциальной аудитории и упускают коммерческие возможности. Согласно оценкам McKinsey, организации, пренебрегающие доступностью, могут терять до \$6,9 млрд ежегодно, поскольку пользователи с инвалидностью уходят к конкурентам, предлагающим более удобный интерфейс [12].

В основе качественного подхода к тестированию на доступность лежит понимание, что разработка современных приложений не может ограничиваться лишь проверкой функциональных возможностей. Инклюзивность, сопровождаемая ясными методологиями оценки, позволяет уменьшить риски социальной изоляции определённых групп и в то же время улучшает пользовательский опыт для абсолютного большинства аудитории. Чтобы сформировать систему комплексного тестирования, необходимо осознать

фундаментальные принципы доступности, разобраться в существующих стандартах, уяснить их логику, а также понять, как они помогают внедрить системный подход к оценке продукта ещё на ранних этапах его создания [1].

Прежде чем перейти к конкретным практикам, важно чётко представлять, что такое цифровая доступность (accessibility, часто обозначаемая нумеронимом ally), под которой понимается характеристика программного продукта, определяющая возможность его использования людьми с различными ограничениями здоровья. Вспомогательные технологии (assistive technologies) представляют собой специализированное программное и аппаратное обеспечение, помогающее пользователям с ограничениями здоровья работать с цифровыми продуктами. Семантическая разметка определяет структурированное представление контента, обеспечивающее его корректное восприятие вспомогательными технологиями [2]. Если в ранних стадиях развития интернета такие вопросы часто игнорировались, то сейчас ситуация изменилась: общества и государства уделяют доступности пристальное внимание, принимая законы, регламенты и стандарты, а компании стремятся избегать репутационных рисков и судебных исков, связанных с дискриминацией по признаку инвалидности [3].

Опорными точками в области цифровой доступности являются международные стандарты и рекомендации, которые предоставляют формальную основу для оценки качества интерфейсов. Центральное место среди них занимают Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.2), который предъявляет четкие требования к доступности веб-контента, структурированные по четырем фундаментальным принципам:

- воспринимаемость,
- управляемость,
- понятность,
- надежность [4, 8].

Каждый принцип раскрывается через набор конкретных критериев успеха, соответствие которым определяется на трех уровнях: А, АА и ААА (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика уровней [10]

Уровень	Характеристика	Пример требования
A	Минимальный набор обязательных условий	Обеспечение альтернативного текста для изображений, доступность основных функций с клавиатуры
AA	Расширенный уровень удобства	Достаточный контраст текста и фона, чёткие заголовки и читаемые шрифты, более тонкая навигационная логика
AAA	Оптимальные условия для широкого круга	Очень высокий контраст, детализированные описания сложных графиков, максимальная поддержка особых случаев

При этом применение WCAG не ограничивается веб-контентом в узком смысле; их принципы находят отражение в международных и региональных нормативных актах, таких как ГОСТ Р 52872-2019 в России [13], EN 301 549 (европейский стандарт доступности для ИКТ-продуктов) [14] или раздел 508 (Section 508) [15] законодательства США о доступности электронных и информационных технологий. Эти документы задают формальные критерии, которым должны соответствовать продукты, а в некоторых случаях нарушение требований может повлечь юридическую ответственность. Подобная нормативная база стимулирует разработчиков, менеджеров и инженеров к систематическому внедрению доступности в свои процессы, особенно когда речь идёт о продуктах, предназначенных для широкого круга лиц или регулируемых отраслей (образование, здравоохранение, государственные услуги).

Однако формальное знание стандартов — лишь половина дела. Настоящая проблема заключается в том, чтобы научиться использовать их как инструмент в ежедневной практике тестирования. Многие команды ограничиваются разовыми проверками по чек-листам в конце проекта, но это крайне неэффективно. Слишком позднее выявление проблем доступности приводит к масштабным доработкам, повышенным затратам, ухудшению планирования релизов и, самое главное, к упущенным возможностям создать по-настоящему удобный продукт для всех [5]. Поэтому фундаментальный принцип авторской методики тестирования доступности заключается в раннем включении этих проверок в жизненный цикл разработки. Такой подход формирует культуру доступности,

при которой аналитики, дизайнеры и разработчики с самого начала учитывают особенности будущей аудитории. В результате финальное тестирование становится не болезненным поиском скрытых проблем, а логичным этапом подтверждения уже заложенных стандартов.

1.2 Подход к тестированию доступности на ранних этапах разработки

С учётом этой логики, тестирование доступности нельзя сводить к механическому применению инструментов. Автоматизированные сканеры, линтеры или расширения для браузеров очень полезны, но они не определяют глобальной картины. Процесс требует сочетания аналитического подхода, умения читать спецификации, навыков создания системных тест-кейсов, а также понимания технологий вспомогательного доступа [6,7]. Например, разработчикам и инженерам важно уметь использовать программы экранного доступа (чтения с экрана), такие как NonVisual Desktop Access (NVDA) и Job Access With Speech (JAWS), оценивать контрастность с помощью специальных средств, проверять корректность разметки через PDF Accessibility Checker (PAC2024) или Adobe Acrobat Pro. Должен быть создан определенный базис, на котором в дальнейшем строится методика: команда должна понимать, какие элементы интерфейса могут вызвать трудности у разных групп пользователей, как правильно маркировать формы, изображения, заголовки, навигационные элементы, таблицы и мультимедийный контент. Уже на этом уровне становится понятно, что тестирование доступности — это больше, чем оценка программного кода: это проверка смысла, качества пользовательского опыта, ясности взаимодействия.

Приступая к формированию методики, важно осознавать, что общие принципы доступности логически переходят к более конкретным практическим шагам. Сначала осваиваются фундаментальные вещи, такие как понимание потребностей разных групп пользователей. Скажем, для людей с нарушениями зрения первостепенно наличие корректной разметки заголовков и альтернативного текста к изображениям, а для пользователей с ограниченной

подвижностью — возможность полного взаимодействия с приложением через клавиатуру. Для лиц с когнитивными особенностями важна ясная логика интерфейса без перегрузки визуальными эффектами или сложными, двусмысленными инструкциями.

Чтобы закрепить эти концепции в более наглядной форме, можно представить ситуацию: есть веб-приложение для оформления заказа товаров. Обычный пользователь, видящий полную картину экрана, легко пройдет через поля ввода, добавит нужные товары и подтвердит заказ. Для слабовидящего же, опирающегося на программы экранного доступа, критически важно, чтобы поле имени было корректно связано с его меткой, чтобы кнопка «Оформить заказ» была понятно озвучена, а изображения товаров имели текстовое описание. Если чего-то из этого нет, пользователь либо вообще не сможет совершить покупку, либо сделает это с колоссальными усилиями. Аналогичная логика применима и к другим видам ограничений: отсутствие субтитров в видеообзоре товара отсекает часть аудитории; неструктурированный текст путает людей с когнитивными особенностями; непредсказуемая навигация по клавише Tab создаёт барьер для тех, кто не использует мышь.

Можно для наглядности отразить основные аспекты внимания к потребностям в форме простой таблицы 2.

Таблица 2. Ключевые потребности при различных ограничениях

Тип ограничения	Ключевые потребности	Пример проверяемого аспекта
Зрительные	Корректная семантика, alt-текст, контраст	Проверка семантических тегов, проверка контрастности текста
Слуховые	Субтитры, транскрипции, визуальные индикаторы	Проверка наличия субтитров, альтернативных описаний звуков
Моторные	Доступность клавиатурой, предсказуемость фокуса	Проверка последовательного табинга, доступность всех функций без мыши
Когнитивные	Простая структура, ясный язык, избегание резких эффектов	Оценка понятности инструкций, отсутствие ненужной анимации

Такие обобщения позволяют понять, с чем именно придётся работать, когда методика тестирования будет применяться на практике.

Помимо понимания нужд пользователей и знания стандартов, в основе методики лежит ранняя интеграция проверок в процесс разработки. Как только появляется первая разметка, надо начать анализировать семантическую правильность HTML, наличие структуры заголовков, корректность использования role-атрибутов и Accessible Rich Internet Applications (ARIA)-меток. Появляются формы — тут же оцениваются их метки и подсказки, появляются картинки — проверяется наличие alt с правильно заполненным альтернативным текстом. Такая система обратной связи, реализуемая даже на прототипах или тестовых сборках, помогает не копить проблемы до конца. Позднее, когда продукт близок к релизу, инженер не вынужден тратить дни на исправление сотен мелких недочётов, ведь большая их часть корректируется по мере появления.

Одновременно с этим ранним включением в процесс важно понимать, что автоматизация тестов по доступности не решит всех проблем. Даже лучшие инструменты не способны распознать контекст. Они найдут отсутствующий alt-атрибут, но не оценят, насколько хороша его формулировка; укажут на несоответствие цветового контраста, но не подскажут, мешает ли этот цвет понять функционал элемента. Потребуется ручные проверки, применение программы экранного доступа, модельных пользователей или имитация ограничений. На этом этапе специалист получает целостное представление о том, что одни элементы удобно проверить автоматически (например, поиск формальных ошибок разметки), а другие следует оценивать вручную, руководствуясь здравым смыслом, знаниями о пользователях и опытом применения стандартов.

Важной предпосылкой для описываемой методики становится и способность команды взаимодействовать между собой. Доступность — это не задача одного инженера. Она требует участия всей проектной группы:

- дизайнеров, которые должны заложить удобные паттерны;

- разработчиков, которые обязаны использовать правильные теги и атрибуты;
- менеджеров, понимающих ценность инклюзивного продукта.

Только в такой среде методика действительно будет демонстрировать результат и станет полезной и применимой, а не превратится в «ещё один доклад о том, что надо что-то доделать».

При этом методика даёт не просто свод теоретических положений, а предлагает целостную систему, в которой формирование контрольных списков, создание тестовых сценариев, выбор инструментов и построение повествовательных тест-кейсов объединяются в единый процесс. Он начинается с фундаментального понимания принципов доступности, опирается на признанные стандарты, внедряется на ранних стадиях, комбинирует автоматизацию с ручными проверками и увязывается с культуральным аспектом внутри команды.

Таким образом, основы и предпосылки методики тестирования доступности можно свести к нескольким ключевым моментам:

- понимание глубинного смысла доступности и её критической важности для разных групп пользователей,
- осознание роли международных стандартов как фундамента,
- ранняя интеграция проверок,
- адаптация процесса тестирования под конкретные потребности проекта.

Кроме того, необходимо гармоничное соединение автоматизированных и ручных подходов и проактивная включенность всей команды в обеспечение инклюзивного продукта. Именно на этой базе будет выстраиваться дальнейшее изложение авторской методики, где разрозненные знания, инструменты и приёмы сформируются в ясную, практичную и эффективную систему тестирования, способную повысить уровень доступности веб-приложений и разнообразных цифровых решений.

Глава 2. Авторская методика

2.1 Принципы авторской методики тестирования доступности

Вопросы внедрения доступности на практике выходят за пределы концептуальных рассуждений. Теория, нормы и их обоснование, рассмотренные ранее, задают направление, но не дают готовых ответов на то, как инженеру организовать свой рабочий процесс, чтобы системно, последовательно и надёжно оценивать инклюзивность приложения. Именно для этого разрабатываются авторские методики тестирования, интегрирующие академические знания о доступности, международные стандарты, накопленный опыт реальных проектов и новые исследовательские находки. Такая методика упрощает жизнь профессионалам: инженерам по качеству (QA), инженерам по тестированию, разработчикам и менеджерам.

Фундаментальный принцип авторской методики заключается в раннем включении проверок доступности в жизненный цикл разработки. Если раньше тестирование доступности часто рассматривали как финальный этап перед релизом, то теперь сознательно смещается акцент на более ранние стадии. Логика проста: чем раньше выявлены проблемы, тем дешевле и проще их исправить. Это приводит к отказу от фрагментарных решений и переходу к системной работе, когда проектирование интерфейсов, написание кода, создание тест-кейсов происходят с учётом требований инклюзивности. В итоге снижается риск, что перед самым релизом инженер столкнётся с массивом недоработок, критичных для людей с ограничениями по зрению, слуху или моторике.

Другая ключевая идея авторского подхода — использование повествовательной структуры тест-кейсов, сочетающейся с контрольными списками и расширенной системой критериев. Контрольные списки (чек-листы) стали привычным инструментом в QA-практике: они позволяют быстро проверять наличие или отсутствие определённых характеристик. Однако простая отметка «есть/нет» не всегда отражает сложный контекст: пользователь с

ограниченным зрением не просто нуждается в альтернативном тексте к изображению, ему важно, чтобы этот текст был информативным и логичным. Поэтому методика предполагает расширить контрольные списки до повествовательных тест-кейсов. В таких сценариях инженер моделирует реальную историю взаимодействия: пользователь заходит на страницу, пытается оформить заказ или прочитать статью, параллельно используя программы экранного доступа или клавиатурную навигацию. Повествовательный подход обеспечивает глубину: вместо формального «alt присутствует» инженер обращает внимание на качество описания, релевантность слов, удобство навигации, предсказуемость изменений фокуса.

Для усиления этого подхода методика предлагает разбивать тесты на логические блоки, отражающие разные аспекты доступности: семантику HTML, корректность ARIA-атрибутов, достаточность контраста, наличие альтернативных описаний мультимедиа, удобство навигации, предсказуемость поведения форм. Можно представить базовую структуру сценария:

1. Инициализация тестового окружения с учётом вспомогательных технологий (например, запуск NVDA или JAWS для имитации пользовательского опыта слабовидящего пользователя);

2. Последовательное прохождение ключевых сценариев (например, поиск товара, добавление в корзину, переход к оплате) при строго контролируемых условиях;

3. Оценка реакций интерфейса на пользовательские действия, фиксация проблем и предложений по их устранению;

4. Сопоставление результатов с контрольными списками WCAG-критериев, адаптированными под данный проект.

Для конкретных проектов методика рекомендует использовать различные инструменты, которые позволяют как ускорить процесс тестирования, так и повысить точность оценки. Особое внимание уделяется равновесию между автоматизированными и ручными проверками. Автоматизированные сканеры, такие как AXE DevTools, Lighthouse или Colour Contrast Analyzer, ускоряют

процесс тестирования, выявляя типовые ошибки: отсутствующие alt-атрибуты, некорректный контраст или неверные ARIA-ролей. PAC2024 полезен для анализа PDF-документов на соответствие стандартам. Однако автоматические инструменты не всегда способны понять контекст или учесть сложные аспекты доступности, такие как удобство навигации и осмысленность описаний. Поэтому ручное тестирование остаётся ключевым этапом для комплексной оценки интерфейса, так как оно требует осмысления взаимодействия с продуктом глазами реального пользователя.

Оптимизация процесса тестирования предполагает следующий порядок:

- Начало с ручного тестирования и создания тест-кейсов на основе анализа интерфейса.
- Приведение интерфейса в соответствие стандартам доступности (WCAG).
- Постепенная автоматизация рутинных задач и тестов, что повышает эффективность работы и позволяет фокусироваться на сложных кейсах. При этом необходимо следить за устойчивостью и надежностью автоматизированных тестов.

Практика показывает, что самые распространённые проблемы встречаются в семантике и навигации. Нередки ситуации, когда разработчик использует div или span для интерактивных элементов без оформления их с точки зрения ролей и состояний, из-за чего вспомогательные технологии не понимают, что это кнопка или ссылка.

Данная методика предлагает вначале провести аудит семантики, исправить структуру заголовков, добавить корректные ARIA-атрибуты. Затем перейти к контрастности: с помощью Colour Contrast Analyzer проверяется текст на разных фонах. Если контраст недостаточен, выбрать более подходящую цветовую палитру. После этого оценить мультимедийные элементы: например, наличие субтитров и альтернативных текстовых описаний у видеороликов. Постепенно переходить к формам и другим интерактивным компонентам. Такая поэтапность

снижает нагрузку на инженера: не нужно сразу проверять всё, можно двигаться блоками.

Для более наглядного представления можно использовать небольшую таблицу, показывающую соответствие типов проверок и применяемых инструментов, а также их позиционирование в цикле тестирования:

Таблица 3. Пример распределения инструментов и подходов в авторской методике

Этап / Аспект проверки	Инструменты / Приёмы	Цель и результат
Семантика и структура	AXE DevTools для начального аудита, ручной анализ с программы экранного доступа	Выявление отсутствия заголовков, неправильных ролей, некорректных атрибутов
Контраст и визуальная адаптация	Colour Contrast Analyzer, Lighthouse	Проверка читаемости, визуального комфорта, подбор цветов
Мультимедиа (видео, аудио)	Проверка субтитров вручную, использование Adobe Acrobat Pro для PDF	Обеспечение равного доступа к контенту, адаптация для слуховых и зрительных ограничений
Навигация и управление	Ручные тесты с клавиатурой, NVDA, JAWS	Оценка предсказуемости фокуса, доступности всех функций без мыши
Формы и взаимодействия	Ручные проверки, анализ подсказок и сообщений об ошибках	Обеспечение понятности форм, предотвращение тупиковых ситуаций для пользователей с ОВЗ

Кроме этого, подчеркивается значимость создания повествовательных тест-кейсов, которые расширяются за счет контекста и моделирования пользовательских сценариев. Такой подход опирается на принципы Behavior-Driven Development (BDD) [8], где тесты формулируются через описания поведения системы с точки зрения конечного пользователя и его целей.

Например, можно смоделировать ситуацию: пользователь со сниженной подвижностью рук пытается оформить подписку на рассылку. В терминах BDD это можно представить следующим образом:

1. Сценарий: Оформление подписки пользователем с ограниченной подвижностью рук.

2. Условие (Given): Пользователь открывает главную страницу.

3. Действие (When): Пользователь переходит по элементам интерфейса только клавишей Tab, находит форму подписки и вводит электронный адрес без использования мыши.

4. Результат (Then): Проверяется:

- Появление подсказок для полей;
- Удобство навигации до кнопки «Отправить» и понимание её функциональности;
- Понятность сообщений об ошибках при пустом или некорректно заполненном поле.

Подобный повествовательный тест-кейс позволяет понять, не просто соответствует ли страница формальным требованиям, но и сможет ли реальный пользователь с ограниченными возможностями успешно выполнить задачу. При необходимости сценарии дополняются проверками контента при отключенных стилях, с разными коэффициентами масштабирования, на разных устройствах. По мере выполнения таких тестов инженер фиксирует найденные проблемы, сопоставляет их с критериями WCAG или другими стандартами, а затем формирует рекомендации для разработчиков и дизайнеров.

Принцип углублённого подхода заключается в том, чтобы не ограничиваться банальным «проверили наличие альтернативного текста у изображения». Нужно оценить, насколько это описание полезно и точно, соответствует ли контексту. Так же с заголовками: мало просто иметь один h1, нужно проверить логичность всей иерархии, понять, есть ли чёткая структура, помогающая ориентироваться в содержимом. Для форм важно убедиться, что все поля помечены label-элементами или aria-label, что сообщения об ошибках выводятся понятным языком и не требуют быстрой реакции на кратковременные всплывающие подсказки.

Вместе с тем, методика не навязывает единственно возможный способ работы. Она даёт основу, набор принципов, на которых можно строить индивидуальные процессы. Например, в проекте с интенсивным CI/CD можно

интегрировать инструменты проверки доступности как часть автоматизированных сборок: при каждом коммите AXE DevTools или Lighthouse будут анализировать новые изменения, сигнализируя о проблемах. При выполнении ручных тестов можно использовать NVDA для проверки текстовых описаний, а JAWS — для оценки специфических сценариев. Если интерфейс сложный, можно применять частичные техники: например, сначала проверить контраст, затем перейти к структуре заголовков, потом к навигации. Таким образом, методика не статична: она адаптивна, масштабируема и подстраиваемая под потребности конкретного проекта.

Переходя от фундаментальных принципов к частностям, авторская методика даёт профессионалам по качеству понятные ориентиры: как формировать тест-кейсы, какие инструменты применять, как выстраивать повествовательные сценарии, как сочетать автоматизацию и ручные проверки. В итоге обрабатываются не просто отдельные ошибки, а повышается общий уровень осознанности и системности в обеспечении доступности. Такой подход стимулирует команду к постоянному совершенствованию и позволяет инженеру выступать не только как формальный контролёр, но и как эксперт, который помогает создать по-настоящему качественный и инклюзивный продукт.

2.2 Подготовительный этап

После определения фундаментальных принципов и рассмотрения общих подходов к проверке интерфейсов, стоит рассмотреть каждый этап детальной настройки процессов и инструментов, позволяющих эффективно переходить от теории к работе с конкретными артефактами продукта.

Начинать целесообразно с подготовительного этапа, когда настраивается необходимый инструментарий и формируется исходная база для последующего тестирования.

Применение PAC2024 и Adobe Acrobat Pro в качестве ключевых решений требует не просто их запуска, а корректной конфигурации. PAC2024 следует настраивать так, чтобы анализ был максимально глубоким: включить проверку

тегов, порядок чтения, валидацию заголовков, оценку навигационных элементов, форм и интерактивных компонентов. В случае Adobe Acrobat Pro критично обеспечить сохранение тегов и метаданных при конвертации из HTML в PDF. Если эти настройки упущены, впоследствии анализ доступности потеряет точность и полноту.

На подготовительном этапе, помимо инструментов, прорабатываются и сами HTML-документы. Требуется корректная семантическая разметка с чёткой иерархией заголовков, единственным h1 на страницу, навигационными элементами, оформленными через `` всегда связан с соответствующим ``, а сложные компоненты получают атрибуты aria для объяснения их функциональности.

Для иллюстрации можно рассмотреть пример использования тега nav и правильного связывания полей форм. Простейший навигационный блок может выглядеть так:

```
<nav role="navigation" aria-label="Главная навигация">
  <ul>
    <li><a href="#content">К содержанию</a></li>
  </ul>
</nav>
```

В этом фрагменте подчёркивается роль семантической вёрстки и её значимость для вспомогательных технологий. Семантические теги, такие как `<label>` и атрибуты доступности, обеспечивают не только корректное восприятие интерфейса пользователями, но и помогают скринридерам адекватно интерпретировать содержимое формы [9]. Например:

```
<label for="email">Email:</label>
<input type="email" id="email" aria-required="true">
```

По итогу структура отчетности формируется для систематического документирования результатов тестирования. Каждый отчет включает:

- Метаданные (дата тестирования, версия документа, используемые инструменты)
- Результаты автоматизированных проверок
- Данные экспертной оценки
- Рекомендации по устранению проблем

Для каждой выявленной проблемы указывается уровень критичности, нарушенные требования WCAG и предлагаются конкретные способы устранения. Такой подход позволяет эффективно отслеживать процесс улучшения доступности и приоритизировать задачи по исправлению найденных проблем.

2.3 Реализация PDF-конвертации

Только после обеспечения столь тщательной подготовки стоит переходить к реализации PDF-конвертации, которая является сердцевиной рассматриваемой методики на данном этапе. Процесс требует тщательного соблюдения всех технических аспектов для сохранения семантической структуры документа.

В ходе конвертации каждый HTML-элемент получает соответствующий тег в PDF-документе. Например, элемент заголовка h1 преобразуется в PDF-тег H1, сохраняя свою семантическую роль. При этом критически важно настроить параметры конвертации для сохранения всех ARIA-атрибутов и ролей.

Для успешной конвертации требуется:

- Настроить сохранение всех структурных тегов
- Обеспечить корректное преобразование таблиц и списков
- Сохранить альтернативные тексты для изображений
- Поддержать корректную передачу языковых атрибутов
- Обеспечить сохранение порядка чтения контента

Сохранение тегов происходит следующим образом:

```

<!-- Исходный HTML -->
<main role="main">
  <h1>Заголовок страницы</h1>
  <nav role="navigation">
    <!-- Навигация -->
  </nav>
</main>

```

После конвертации в PDF эта структура преобразуется в набор тегов, где сохраняются все семантические связи и роли. При этом происходит автоматическое создание дерева тегов PDF, которое можно проанализировать с помощью специализированных инструментов.

Критически важным аспектом является верификация корректности конвертации. В рамках методики выделяются следующие ключевые моменты проверки:

1. Проверка структуры документа:
 - Сохранение иерархии заголовков
 - Корректность преобразования списков и таблиц
 - Правильность передачи семантических ролей
2. Анализ сохранности атрибутов:
 - ARIA-роли и атрибуты
 - Альтернативные тексты
 - Языковые метки
3. Проверка интерактивных элементов:
 - Корректность преобразования форм
 - Сохранение связей между метками и полями
 - Правильность передачи состояний элементов

Таблица 4. Матрица верификации конвертации

Элемент	Что проверяется	Критерии успеха
Заголовки	Иерархия, роли	Сохранение уровней
Навигация	Структура, метки	Корректность ролей
Формы	Связи, состояния	Работоспособность
Таблицы	Структура, заголовки	Целостность данных

При выявлении проблем в процессе верификации необходимо:

1. Определить причину некорректной конвертации
2. Проверить исходную HTML-структуру
3. Скорректировать параметры конвертации
4. Провести повторную проверку

Успешное прохождение всех этапов верификации гарантирует сохранение семантической структуры документа и его пригодность для дальнейшего анализа доступности.

2.4 Анализ структуры документа

После успешной конвертации можно приступить к анализу структуры сконвертированного PDF-документа. Анализ структуры начинается с проверки семантических элементов. При проверке определяется правильность использования HTML5-тегов и их корректное преобразование в PDF-формат. В PDF-документе необходимо проверить:

- Корректное присутствие и распознавание header (верхняя плашка, шапка сайта);
- Единственность тега заголовка первого уровня (H1);
- Наличие тега link для всех ссылок;
- Присутствие тега logo для логотипов;
- Корректное распознавание footer (подвал, нижний завершающий блок сайта);
- Правильную идентификацию таблиц с различением шапки, колонок и ячеек.

При этом каждый элемент должен использоваться в соответствии с его предназначением, например:

`<header>` используется только для шапки страницы или раздела
`<nav>` применяется исключительно для навигационных блоков
`<main>` должен быть единственным на странице

Валидация заголовков представляет собой многоступенчатый процесс проверки. Анализируется наличие единственного h1 на странице, который должен отражать основную тему контента. Последующие заголовки формируют иерархическую структуру, где запрещены пропуски уровней. В PDF-документе проверяется корректное отображение этой иерархии через соответствующие теги.

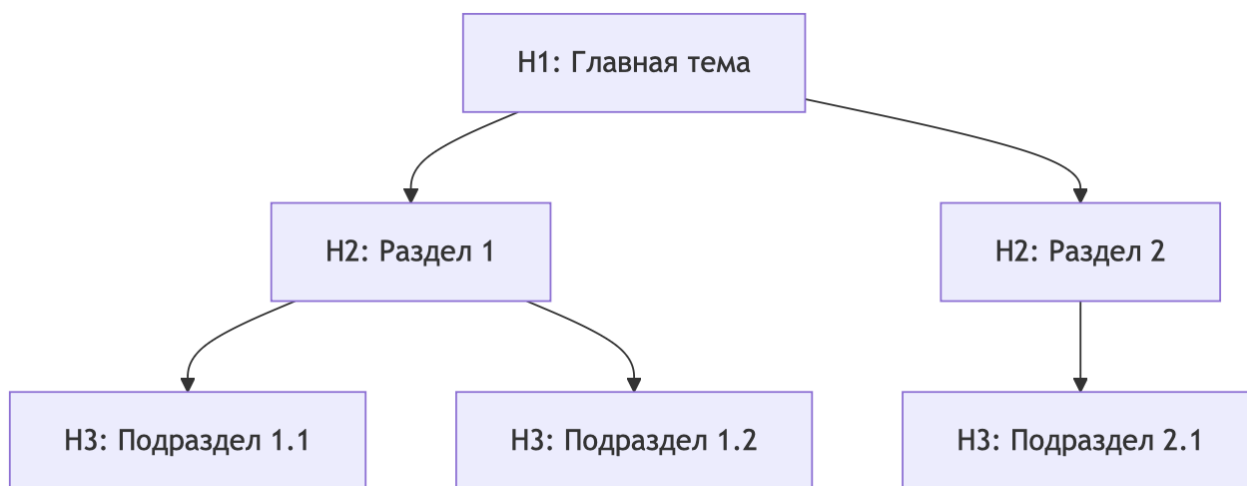


Рисунок 1 – Иерархия заголовков

Анализ вложенности и иерархии включает проверку правильности структурирования контента. Каждый элемент должен находиться в логически верном контексте. Например, список (ul/ol) не может располагаться непосредственно внутри другого списка без обрамляющего элемента li. При анализе проверяется:

- Корректность вложенности элементов
- Логичность группировки контента
- Правильность использования секционных элементов
- Соблюдение семантических связей

Проверка навигационных элементов фокусируется на доступности и логичности перемещения по документу. Основные аспекты проверки включают:

1. Наличие пропуска повторяющихся блоков
2. Корректность порядка фокуса
3. Доступность всех интерактивных элементов

4. Наличие обратной связи при взаимодействии

При выявлении проблем в структуре документа формируется детальный отчет с указанием конкретных нарушений и рекомендаций по их устранению. Каждая проблема классифицируется по уровню критичности и связывается с соответствующими требованиями WCAG.

2.5 Тестирование компонентов

Тестирование форм и интерактивных элементов начинается с проверки базовой структуры и правильности разметки. В конвертированном PDF каждая форма должна сохранять корректные связи между метками и полями ввода. Обязательно наличие явных label-элементов для всех полей формы, что позволяет программам экранного доступа правильно интерпретировать их назначение.

Для группировки связанных элементов формы используются fieldset с поясняющим legend. Это особенно важно для радиокнопок и чекбоксов:

```
<fieldset>
  <legend>Способ оплаты</legend>
  <input type="radio" id="card" name="payment">
  <label for="card">Банковская карта</label>
</fieldset>
```

Валидация мультимедийного контента включает проверку наличия и качества альтернативных представлений. Для видеоконтента требуются субтитры и аудиодескрипция, для аудиоматериалов - текстовые расшифровки. Все элементы управления медиаплеером должны быть доступны с клавиатуры и иметь понятные метки.

Анализ цветового контраста выполняется для всех текстовых элементов и информативных графических компонентов. Минимальные требования к контрастности:

- Для обычного текста: 4.5:1
- Для крупного текста: 3:1

- Для графических элементов интерфейса: 3:1

Таблица 5. Требования к контрастности

Тип контента	Минимальный контраст	Уровень WCAG
Обычный текст	4.5:1	AA
Крупный текст	3:1	AA
Интерактивные элементы	3:1	AA

Тестирование с программами экранного доступа проводится для подтверждения правильности восприятия структуры документа вспомогательными технологиями. Проверяется:

- Корректность озвучивания контента
- Логичность порядка чтения
- Доступность всех интерактивных элементов
- Понятность предоставляемой информации об элементах управления

Особое внимание уделяется обработке состояний интерактивных элементов. Все изменения состояния (фокус, активация, ошибки валидации) должны корректно передаваться программам экранного доступа через соответствующие ARIA-атрибуты.

При тестировании динамического контента проверяется корректное оповещение пользователя об изменениях на странице. Для этого используются live regions и соответствующие ARIA-атрибуты:

```
<div role="alert" aria-live="assertive">  
  Статус заказа изменен  
</div>
```

При тестировании с программами экранного доступа также важно проверить корректную работу режима пропуска навигации - наличие "skip links" в начале страницы. Эти ссылки позволяют пользователям программ экранного доступа быстро переходить к основному содержимому, минуя повторяющиеся блоки навигации.

Для валидации форм критически важно проверить доступное информирование об ошибках. При возникновении ошибок валидации они должны быть четко обозначены, связаны с соответствующими полями и содержать понятные инструкции по исправлению:

```
<input type="email"
      aria-invalid="true"
      aria-describedby="email-error">
<div id="email-error" role="alert">
  Введите корректный email адрес
</div>
```

Отдельное внимание при тестировании уделяется проверке модальных окон и всплывающих элементов. При их появлении фокус должен правильно перемещаться внутрь модального окна и оставаться там до его закрытия. Все диалоговые окна должны иметь корректную роль "dialog" или "alertdialog" и соответствующие ARIA-атрибуты.

После завершения тестирования всех компонентов формируется итоговый отчет с детальным описанием найденных проблем, их влияния на доступность и конкретными рекомендациями по устранению.

2.6 Документирование результатов

Важным этапом тестирования доступности через PDF-конвертацию является систематическое документирование полученных результатов. Каждый проанализированный документ требует детального описания обнаруженных проблем и путей их устранения.

В отчете фиксируются технические параметры проверки: от версии исходного документа до используемых инструментов анализа. Особое внимание уделяется результатам поэтапного тестирования через PDF-анализ, проверку NVDA и валидацию AXE Dev Tool. При этом важно избегать избыточности в документации, фокусируясь на значимых отклонениях от требований доступности.

Таблица 6. Классификация проблем

Уровень	Время решения	Влияние на пользователя
Критический	До релиза	Блокирует работу
Существенный	В ближайшем релизе	Затрудняет использование
Незначительный	В плановом порядке	Вызывает неудобства

Выявленные проблемы классифицируются по степени влияния на доступность контента. Критические проблемы, блокирующие работу пользователей с ограниченными возможностями, требуют немедленного устранения. Существенные недостатки планируются к исправлению в ближайшем релизе, в то время как незначительные замечания могут быть адресованы в плановом порядке.

Рекомендации по исправлению формируются максимально конкретно, с указанием требуемых изменений в разметке и ссылками на соответствующие стандарты WCAG. Такой подход обеспечивает эффективную коммуникацию между инженерами по тестированию и разработчиками, ускоряя процесс устранения проблем.

Заключение

Представленная методика демонстрирует целостный подход к обеспечению цифровой доступности, в котором теоретические принципы трансформированы в практические алгоритмы, интегрированные в реальный производственный цикл. Её ценность состоит не только в наборе инструментов и сценариев тестирования, но и в выстраивании осознанной культуры, где доступность перестаёт быть узкоспециализированной проблемой и становится показателем профессионализма, этики и качества. Важным результатом применения данной методики является не формальное соответствие стандартам, а создание среды, ориентированной на равноправное взаимодействие всех пользователей с цифровым продуктом. В итоге методика способствует снижению рисков, связанных с несоответствием нормам доступности, укрепляет репутацию и расширяет потенциальную аудиторию. Более того, она выступает базой для непрерывного совершенствования: гибкая структура, повествовательные тест-кейсы, раннее включение проверок в разработку и продуманная стратегия документирования создают основу для постоянного развития команды и адаптации к меняющимся технологическим условиям и потребностям.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Joshi P., Bhagat S. Effective accessibility testing methodologies and seamless accessibility integration in mobile applications //Proceedings of the 15th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. – 2022. – С. 449-455.
2. Botelho F. H. F. Accessibility to digital technology: Virtual barriers, real opportunities //Assistive Technology. – 2021. – Т. 33. – №. sup1. – С. 27-34.
3. Chadli F. E., Gretete D., Moumen A. Digital accessibility: a systematic Literature Review // SHS Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 119. – С. 06005.
4. Buchanan, S. Accessibility Checklist - Based on Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0 Level AA) Principles: Perceivable, Operable, Understandable, Robust, 2018.
5. Gunderson J. Functional accessibility testing using best practices //Universal Access in Human-Computer Interaction. Addressing Diversity: 5th International Conference, UAHCI 2009, Held as Part of HCI International 2009, San Diego, CA, USA, July 19-24, 2009. Proceedings, Part I 5. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. – С. 506-514.
6. Wild G. Mobile Site and Native App Accessibility Testing Methodology // Human Factors in Accessibility and Assistive Technology. – 2023. – Т. 87. – №. 87.
7. Šumak B. et al. Identification of Challenges and Best Practices for Including Users with Disabilities in User-Based Testing //Applied Sciences. – 2023. – Т. 13. – №. 9. – С. 5498.
8. Farooq M. S. et al. Behavior driven development: A systematic literature review // IEEE Access. – 2023.
9. Мелков И. А. Значимость семантической вёрстки при проектировании веб-приложений // Актуальные вопросы общества, науки и образования. № 3. – 2023. – С. 41.
10. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 //W3. 2023.[Электронный ресурс] – URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (дата обращения: 01.02.2024).
11. Инвалидность //Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). 2023. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (дата обращения: 01.02.2024).

12. Kronschnabl A., Vieira B. Bridging another digital divide: Accessibility for blind and low-vision consumers //McKinsey. 2023. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/bridging-another-digital-divide-accessibility-for-blind-and-low-vision-consumers> (дата обращения: 01.02.2024).

13. ГОСТ Р 52872—2019. Интернет-ресурсы и другая информация, представленная в электронно-цифровой форме. Приложения для стационарных и мобильных устройств, иные пользовательские интерфейсы. Требования доступности для людей с инвалидностью и других лиц с ограничениями жизнедеятельности : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 37 с. URL: <https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=225834> (дата обращения: 01.02.2024).

14. EN 301 549 V3.2.1 (2021–03). Accessibility requirements for ICT products and services: ETSI, 2021. – 186 p. – URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.02.01_60/en_301549v030201p.pdf (дата обращения: 01.02.2024).

15. Section 508. Accessibility requirements for ICT systems and services: federal regulations: approved by U.S. Congress in 1998 and managed by the U.S. Department of the Interior. — Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior, 1998. — URL: <https://www.doi.gov/ocio/section508#:~:text=In%201998%2C%20Congress%20amended%20the,accessible%20to%20people%20with%20disabilities> (дата обращения: 01.02.2024).

References

1. Joshi P., Bhagat S. Effective accessibility testing methodologies and seamless accessibility integration in mobile applications //Proceedings of the 15th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. – 2022. – C. 449-455.
2. Botelho F. H. F. Accessibility to digital technology: Virtual barriers, real opportunities // Assistive Technology. – 2021. – T. 33. – №. sup1. – C. 27-34.
3. Chadli F. E., Gretete D., Moumen A. Digital accessibility: a systematic Literature Review // SHS Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 119. – C. 06005.
4. Buchanan, S. Accessibility Checklist - Based on Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0 Level AA) Principles: Perceivable, Operable, Understandable, Robust, 2018.
5. Gunderson J. Functional accessibility testing using best practices //Universal Access in Human-Computer Interaction. Addressing Diversity: 5th International Conference, UAHCI 2009, Held as Part of HCI International 2009, San Diego, CA, USA, July 19-24, 2009. Proceedings, Part I 5. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. – C. 506-514.
6. Wild G. Mobile Site and Native App Accessibility Testing Methodology // Human Factors in Accessibility and Assistive Technology. – 2023. – T. 87. – №. 87.
7. Šumak B. et al. Identification of Challenges and Best Practices for Including Users with Disabilities in User-Based Testing //Applied Sciences. – 2023. – T. 13. – №. 9. – C. 5498.
8. Farooq M. S. et al. Behavior driven development: A systematic literature review // IEEE Access. – 2023.
9. Melkov I. A. The importance of semantic layout in the design of web applications // current issues of society, science and education 3. - 2023. - P. 41.
10. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2 //W3. 2023. [Electronic resource] – URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (date of treatment 02/01/2024).
11. Disability // World Health Organization (WHO). 2023. [Electronic resource] – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (date of treatment 02/01/2024).
12. Kronschnabl A., Vieira B. Bridging another digital divide: Accessibility for blind and low-vision consumers // McKinsey. 2023. [Electronic resource] – URL:

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/bridging-another-digital-divide-accessibility-for-blind-and-low-vision-consumers> (date of treatment 02/01/2024).

13. GOST R 52872—2019. Internet resources and other information presented in electronic digital form. Applications for stationary and mobile devices, other user interfaces. Accessibility requirements for people with disabilities and other persons with disabilities: national standard of the Russian Federation: official publication: approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology. – Moscow: Standartinform, 2019. – 37 p. URL: <https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=225834> (date of treatment 02/01/2024).

14. EN 301 549 V3.2.1 (2021–03). Accessibility requirements for ICT products and services: ETSI, 2021. – 186 p. – URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.02.01_60/en_301549v030201p.pdf (date of treatment 02/01/2024).

15. Section 508. Accessibility requirements for ICT systems and services: federal regulations: approved by U.S. Congress in 1998 and managed by the U.S. Department of the Interior. –Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior, 1998. – URL: <https://www.doi.gov/ocio/section508#:~:text=In%201998%2C%20Congress%20amended%20the,accessible%20to%20people%20with%20disabilities> (date of treatment 02/01/2024).

Подписано в печать 28.02.2024. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 1,86. Тираж 500 экз. Заказ № 126

ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40

ООО «АПНИ», 308023, г. Белгород, пр-кт Богдана Хмельницкого, 135