

СИСТЕМА КОНТЕКСТНОЙ АДАПТАЦИИ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ДАННЫХ

Шадрина А.В.¹

Научный руководитель – инженер Лаврова А.К.¹

¹Университет ИТМО

alexasha04@list.ru

Введение

Современные веб-приложения ориентированы на широкий круг пользователей, различающихся по уровню цифровой грамотности и когнитивным особенностям. При этом универсальные интерфейсные решения не всегда обеспечивают достаточную доступность и удобство взаимодействия.

Как отмечают Zhang и др. (2025), эффективность интерфейса напрямую связана с его соответствием контексту использования и когнитивным возможностям пользователя [1]. Исследования в области адаптивных интерфейсов показывают, что динамическая персонализация способна повысить удобство и универсальную применимость цифровых систем. В частности, М. Н. Miraz, М. Ali и Р. S. Excell (2021) рассматривают концепцию пластичности интерфейсов как основу универсальной пригодности [2]. J. Hussain и соавторы (2018) предлагают модельно-ориентированный подход к адаптации на основе пользовательского опыта и контекста [3]. Особое внимание уделяется вопросам когнитивной доступности. Так, L. Moreno, Н. Petrie, Р. Martínez и R. Alarcon (2024) подчёркивают необходимость упрощения интерфейсных решений для пользователей с когнитивными ограничениями [4].

Несмотря на разнообразие исследований в области человеко-машинного взаимодействия, большинство существующих решений либо жёстко интегрированы в бизнес-логику приложений, либо опираются на сложные модели машинного обучения. В связи с этим актуальной является разработка архитектурного подхода, позволяющего реализовать адаптацию интерфейса в соответствии с особенностями пользователя как переиспользуемый слой, который бы внедрялся в различные веб-приложения.

Основная часть

Предлагаемое решение – система контекстной адаптации интерфейсов, реализованная как модульная надстройка над веб-приложением на базе React. Она обеспечивает динамическое переключение между стандартным и упрощённым вариантами интерфейса на основе совокупности контекстных и поведенческих сигналов. Архитектура решения включает серверный модуль классификации, клиентский модуль поведенческой адаптации и интеграционный слой для подключения к пользовательскому интерфейсу.

На серверной стороне формируется начальный профиль пользователя (обычный или упрощённый) с использованием контекстных признаков. Такой подход соответствует контекстно-ориентированным моделям адаптации, описанным в работах J. Hussain и соавт. (2018) [3]. После инициализации дальнейшая корректировка профиля осуществляется на стороне клиентского модуля. В рамках пользовательской сессии фиксируются ограниченные поведенческие события: глубина прокрутки, кликовые взаимодействия, жесты масштабирования и периоды бездействия. Эти сигналы интерпретируются как косвенные индикаторы уровня когнитивной нагрузки и степени комфортности восприятия интерфейса. Подобная трактовка согласуется с принципами эмпирического анализа взаимодействия, изложенными в трудах Zhang (2025) [1].

Механизм адаптации основан на постепенном обновлении оценочного

показателя предпочтения упрощённого интерфейса. Переключение сегмента осуществляется только при накоплении достаточного количества подтверждающих сигналов, что обеспечивает устойчивость системы. Такой поэтапный характер изменений соответствует принципам пластичности интерфейсов, описанным М. Н. Miraz и соавт. (2021) [2]. Важной особенностью решения является локальная обработка поведенческих данных. События анализируются исключительно в пределах текущей сессии и не передаются на внешние сервисы. Это позволяет реализовать адаптацию в соответствии с принципами минимизации данных и приватности.

Интеграция системы в веб-приложение сводится к реализации нескольких вариантов интерфейса и подключению промежуточного слоя. Логика оценки, сегментации и переключения полностью инкапсулирована в адаптивном модуле, что обеспечивает его переиспользуемость.

Работоспособность системы была проверена методом сценарного моделирования. Анализ динамики изменения оценочного показателя показал плавность переходов и отсутствие колебаний сегментов. Полученные результаты подтверждают архитектурную корректность решения и его устойчивость к выбросам, в данном контексте – шумовым поведенческим сигналам.

Выводы

Разработанная система демонстрирует возможность реализации контекстно-зависимой адаптации веб-интерфейсов в виде модульного архитектурного слоя. Предложенный подход сочетает серверную контекстную инициализацию и клиентскую поведенческую корректировку, обеспечивая постепенную и обратимую адаптацию интерфейса.

Практическая значимость заключается в возможности внедрения адаптивных механизмов без изменения бизнес-логики приложения и без использования тяжеловесных алгоритмов машинного обучения. Решение может применяться при разработке инклюзивных цифровых сервисов, образовательных платформ и государственных веб-систем.

Перспективы дальнейших исследований связаны с проведением пользовательских экспериментов, статистической валидацией модели определения сегмента и расширением адаптации до компонентного уровня.

Список использованных источников

1. Zhang C. et al. The influence of interface attributes and interaction elements on user performance and cognitive load in task interruption scenarios //International Journal of Industrial Ergonomics. – 2025. – Т. 108. – С. 103761.
2. Miraz M. H., Ali M., Excell P. S. Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design //Computer Science Review. – 2021. – Т. 40. – С. 100363.
3. Hussain J. et al. Model-based adaptive user interface based on context and user experience evaluation //Journal on multimodal user interfaces. – 2018. – Т. 12. – №. 1. – С. 1-16.
4. Moreno L. et al. Designing user interfaces for content simplification aimed at people with cognitive impairments //Universal access in the information society. – 2024. – Т. 23. – №. 1. – С. 99-117.