Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.416.6:004.5

Владымцев
Вадим Денисович

Анализ эффективности взаимодействия пользователя с интерфейсами при процессе подачи документов в учреждения образования

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание степени магистра
по специальности 7-06-0611-01 «Информационные системы и технологии (профилизация: Цифровизация в психологии управления человеческими ресурсами)»

_____

Научный руководитель
Казак Тамара Владимировна
доктор психологических наук, профессор

_____

Минск 2026

ВВЕДЕНИЕ

Процедура поступления в учреждения высшего образования (УВО) относится к числу социально и организационно критичных процессов: результаты вступительной кампании непосредственно влияют на доступ граждан к образованию, формируют доверие к университету и выступают индикатором прозрачности принятия решений.

Современный этап цифровизации государственного и общественного управления объективно усиливает требования к качеству электронных сервисов, к устойчивости их работы и к безопасности обработки данных. На государственном уровне развитие цифровых решений рассматривается как системная задача: государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы прямо ориентирована на внедрение передовых информационных технологий, развитие цифровых инноваций и совершенствование инфраструктуры электронного правительства и межведомственных информационных систем.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Магистерская диссертация представляет собой самостоятельное логически завершённое научно-прикладное исследование, посвящённое анализу эффективности взаимодействия пользователя с интерфейсами при процессе подачи документов в учреждения образования с последующим использованием изменений обеспечивающих повышение эффективности и устойчивости автоматизированной системы подачи заявлений и зачисления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (АСПЗиЗ БГУИР) за счёт комплекса интерфейсных, организационно-технических и инфраструктурных решений, а также экспериментальной проверки эффекта внедрённых изменений по стандартизированным метрикам пользовательского опыта и показателям производительности.

Актуальность темы исследования и связь с приоритетными направлениями. Цифровизация приёмной кампании в учреждениях высшего образования относится к числу социально значимых процессов, поскольку ошибки взаимодействия пользователя с сервисом и сбои инфраструктуры напрямую приводят к рискам нарушений сроков подачи, росту нагрузки на приёмные комиссии, увеличению числа конфликтных ситуаций и обращений граждан. В период активного развития электронных услуг особое значение приобретают: устойчивость веб-систем к пиковым нагрузкам, предсказуемость времени отклика, снижение вероятности пользовательских ошибок и когнитивной нагрузки, прозрачность статусов и корректность конкурсных процедур.

Актуальность диссертационной работы усиливается тем, что в Республике Беларусь цифровое развитие закреплено как системный приоритет, а государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы прямо ориентирует отрасли на внедрение современных ИКТ-решений и повышение эффективности цифровых сервисов. Одновременно государственными документами закрепляются приоритетные направления научной и инновационной деятельности, включающие наукоёмкие информационно-коммуникационные технологии и цифровые решения.

Практический контекст исследования определяется особенностями приёмной кампании как высоконагруженного процесса, который характеризуется:

— выраженной сезонностью и наличием «критических дней» (первые и последние дни подачи);

— резкими всплесками одновременной активности пользователей (параллельные сессии/запросы);

— высокой ценой ошибок: повторная подача, неверные данные, неуспешная загрузка документов, потеря статуса/прогресса;

— повышенной эмоциональной напряжённостью абитуриентов, что снижает толерантность к «неочевидным» интерфейсам и ошибкам валидации.

По данным анализа пользовательского опыта АСПЗиЗ БГУИР, значимая доля респондентов фиксировала технические проблемы (58%) и снижение скорости работы в периоды пиковой нагрузки (50%), при этом в отдельные периоды число одновременных пользователей превышало 1000, что сопровождалось деградацией времени отклика и ухудшением UX.

Дополнительно выявлены организационно-технические ограничения эксплуатации системы: наличие нескольких независимых сборок (для разных ступеней образования и внутренних/внешних модулей), высокая связность кодовой базы, неоднородность схем хранения данных и необходимость ручных операций при отдельных процедурах (дозачисление/перезачисление, подготовка выгрузок), что повышает риски ошибок и снижает воспроизводимость конкурсных процедур.

Таким образом, актуальность темы обусловлена наличием противоречия: с одной стороны, требования к электронным сервисам приёмной кампании растут (массовость, скорость, прозрачность, надёжность), с другой - в реальной эксплуатации выявляются ограничения по UX и устойчивости, требующие системной модернизации, подтверждённой экспериментально и оформленной как воспроизводимая методика улучшений.

Цель работы – разработка и экспериментальное подтверждение эффективности комплекса решений по модернизации АСПЗиЗ БГУИР, обеспечивающих улучшение пользовательского опыта и повышение устойчивости/производительности системы в условиях пиковых нагрузок приёмной кампании.

Для достижения цели решены следующие задачи:

1 Проанализировать предметную область и текущее состояние АСПЗиЗ: определить ключевые пользовательские сценарии (регистрация, заполнение профиля, загрузка документов, подача заявления), выявить узкие места интерфейса и инфраструктуры, а также ограничения внутренних процедур поддержки приёмной комиссии.

2 Сформировать систему метрик эффективности взаимодействия пользователя с сервисом приёмной кампании, включающую:

— субъективные показатели (SUS, UMUX-100/UMUX-Lite, UEQ-S, NASA-TLX, NPS);

— поведенческие метрики (завершаемость сценариев, доля успешной подачи с первого раза, частота повторных попыток);

— операционные показатели (ошибки валидации, обращения в поддержку);

— технические метрики производительности (p95/p99 задержка, доля 5xx в пиковые дни, показатели по логам IIS).

3 Разработать и внедрить интерфейсные решения, ориентированные на снижение когнитивной нагрузки и ошибок, включая пошаговую модель заполнения (Stepper Pattern), мгновенную валидацию и улучшение микротекста (microcopy), а также механизмы предсказуемой обратной связи и сохранения прогресса.

4 Разработать и реализовать комплекс организационно-технических и инфраструктурных мер, направленных на повышение устойчивости работы в высоконагруженном режиме (оптимизация обработки файлов, асинхронные очереди для «тяжёлых» операций, оптимизация индексов и схем доступа к данным, настройка пулов обработки, кеширование/сжатие статических ресурсов и др.).

5 Провести экспериментальную оценку эффективности модернизации: выполнить A/B-сравнение и анализ до/после по ключевым метрикам UX и операционным показателям, подтвердить устойчивость по нагрузочным испытаниям и данным логов в эксплуатационном окне приёмной кампании.

6 Сформулировать рекомендации по дальнейшему развитию системы как потенциальной реперной модели цифровизации приёмных процессов: унификация сборок, управляемая разработка (репозиторий/регламент), модернизация инфраструктуры и расширение средств наблюдаемости/телеметрии с учётом ресурсных ограничений.

Объект исследования – веб-сервисы и интерфейсы АСПЗиЗ БГУИР, обеспечивающие подачу электронных заявлений абитуриентами, сопровождение их статусов и поддержку решений приёмной комиссии (включая внешние модули личного кабинета и внутренние модули приёмной комиссии).

Предмет исследования – эффективность взаимодействия пользователей с интерфейсами АСПЗиЗ, выраженная в совокупности:

— временных характеристик выполнения сценариев (медианы и квантили длительности S1–S3 и полного цикла);

— частоты ошибок и повторных попыток;

— показателей завершаемости/конверсии подачи;

— субъективных оценок удобства и нагрузки (SUS, UMUX-100, UEQ-S, NASA-TLX, NPS);

— технических показателей устойчивости и производительности (p95 задержка, 5xx, результаты нагрузочных испытаний).

Методы исследования и обоснование их применимости. В работе применён комплекс методов, обеспечивающий воспроизводимость результатов и их интерпретацию на уровне практической значимости:

1 Аналитические методы: анализ архитектуры и функциональных модулей системы, выявление ограничений кодовой базы и процедур поддержки, анализ схем хранения данных и типовых «узких мест» эксплуатации.

2 Методы UX-исследований:

— анкетирование и сбор обратной связи по ключевым сценариям;

— стандартизированные шкалы (SUS, UMUX-100, UEQ-S, NASA-TLX, NPS) для количественной сопоставимости результатов;

— качественные инсайты по результатам модерируемых сессий и фокус-групп как механизм уточнения причин ошибок и барьеров.

3 Экспериментальные методы:

— A/B-тестирование (between-subjects) с контролем сезонности и влияния типа устройства;

— статистическая проверка значимости эффектов и оценка величины эффекта (p-value, Cohen’s d и др.), что позволяет отличать «формальные» улучшения от реально ощутимых пользователю изменений.

4 Инженерно-технические методы:

— анализ логов IIS и эксплуатационных метрик в заданном временном окне;

— нагрузочные испытания (Locust/JMeter) и оценка хвостовых задержек (p95/p99) как ключевого фактора UX при массовой нагрузке;

— оценка влияния инструментов наблюдаемости/телеметрии на производительность (включая выявленные ресурсные ограничения стенда и влияние sidecar-подходов).

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

1 Предложен и реализован интегрированный подход к оценке эффективности сервиса приёмной кампании, который одновременно учитывает UX-метрики (SUS, UMUX-100, UEQ-S, NASA-TLX, NPS), поведенческие показатели (завершаемость, повторные попытки, ошибки валидации) и технические метрики устойчивости (p95/p99 задержка, 5xx, результаты нагрузочных испытаний).

2 Экспериментально показано, что структурное изменение сценария (Stepper-интерфейс) и смещение ошибок «влево» (мгновенная валидация и microcopy) дают измеримые эффекты не только в субъективных оценках, но и в

операционных показателях (ошибки, повторные попытки, завершаемость), что критично для высокорисковой процедуры подачи заявления.

3 Получены количественные оценки комбинированного эффекта модернизации на уровне законченного пользовательского цикла (а не отдельного экрана), что методически важно: в системах приёмной кампании полезность интерфейса определяется завершением процесса, а не оценкой отдельных форм.

Практическая значимость определяется тем, что результаты доведены до уровня решений, применимых при эксплуатации АСПЗиЗ в период приёма документов:

— подтверждено сокращение длительности полного цикла подачи с 52 до 24 минут (−54%), повышение удобства (SUS с 58,7 до 78,7), снижение когнитивной нагрузки (NASA-TLX с 69,2 до 36,5), рост лояльности (NPS с -48 до +33, +81 п.п.), увеличение доли успешной подачи с первого раза (с 62% до 87%);

— зафиксировано уменьшение доли ошибок валидации и некорректных вводов по отдельным полям (паспорт/e-mail/телефон/файлы) и снижение повторных попыток, что уменьшает нагрузку на поддержку и риск «срыва» подачи в критические дни;

— подтверждена устойчивость работы по результатам нагрузочных испытаний 2000–2200 одновременных сессий с p95 порядка 1,28-1,45 с и эксплуатационными данными логов ($p95 \leq 1{,}45$ с, $5xx \leq 0{,}6\%$ в пиковые дни), что соответствует требованиям высоконагруженного режима приёмной кампании.

Внедрение и сопровождение АСПЗиЗ в период приёмной кампании документально фиксируется в рамках работ по модернизации и эксплуатации (включая подготовку, развёртывание, обучение персонала, нагрузочное тестирование и поддержку в период приёма).

Положения, выносимые на защиту:

1 **Разработан и внедрён** комплекс интерфейсных улучшений личного кабинета абитуриента (Stepper UI, ранняя валидация, улучшение microcopy и обратной связи), обеспечив статистически и практически значимое повышение UX и операционных KPI: рост SUS с 58,7 до 78,7, сокращение полного цикла подачи с 52 до 24 минут, увеличение доли успешной подачи с первого раза с 62% до 87%, рост NPS с -48 до +33.

2 **Экспериментально подтверждено** снижение когнитивной нагрузки и фрустрации пользователей в критических сценариях подачи документов (S1-S3): уменьшение NASA-TLX с 69,2 до 36,5 (-47,3%), снижение повторных попыток на 65% и отказов от завершения с 23% до 4%, что указывает на устранение ключевых «барьеров» взаимодействия в стрессовой административной процедуре.

3 **Обоснован и реализован** системно-инженерный комплекс мер повышения устойчивости и производительности (архитектура, асинхронность/очереди, оптимизация БД и статических ресурсов, настройки обработчиков и наблюдаемости), обеспечив достижение целевых нефункциональных требований в пиковые дни кампании: p95 ≤ 1,45 с при 2000–2200 одновременных сессиях и долю 5xx ≤ 0,6% (с переходом от деградации при ~500 сессиях до стабильной работы при более чем 2000).

4 **Предложена и внедрена** алгоритмическая оптимизация процесса зачисления на основе модифицированного алгоритма отложенного принятия (Гэйла–Шепли) для задачи «многие-к-одному», обеспечив устойчивость распределения и практическое ускорение расчёта зачисления для внутренних модулей: увеличение скорости с 120 секунд до 10 секунд.

5 **Сформулированы** ограничения и требования к безопасному применению LLM в контуре АСПЗиЗ (оценка эффективности через KPI и A/B/по релизам, контроль безопасности и качества источников, необходимость локального RAG-комплекса), показав, что при ресурсных ограничениях инфраструктуры (отсутствие GPU-кластера) внедрение LLM может быть экономически несоразмерным потенциальному эффекту на текущем этапе жизненного цикла системы.

Личный вклад магистранта заключается в следующем:

— выполнен анализ архитектуры и функциональности компонентов АСПЗиЗ (внешние личные кабинеты и внутренние модули приёмной комиссии), выявлены ограничения и зоны риска для устойчивости и качества пользовательского взаимодействия;

— организован сбор эмпирических данных и проведены эксперименты по оценке UX и эффективности интерфейсных решений (формирование групп A/B, сбор метрик, интерпретация результатов);

— разработаны и внедрены интерфейсные улучшения, обеспечившие снижение ошибок и ускорение ключевых сценариев;

— выполнен анализ производительности и устойчивости, проведены нагрузочные испытания и обработка логов, сформированы рекомендации по дальнейшему развитию наблюдаемости и инфраструктуры;

— подготовлены материалы и регламенты сопровождения (в т.ч. предложения по организации командной работы и репозитория).

Апробация результатов осуществлялась в ходе подготовки и проведения приёмной кампании (эксплуатационное применение решений, сбор обратной связи, нагрузочные испытания), а также в научно-практической коммуникации по тематике Big Data и цифровых сервисов. В частности, на базе БГУИР проводится международная конференция «BIG DATA and Advanced Analytics»,

в рамках которой обсуждаются вопросы применения Big Data в том числе в образовательных сервисах.

Публикации по тематике исследования представлены, в том числе, материалами научной конференции БГУИР (работа по UX-анализу взаимодействия абитуриентов с электронным кабинетом).

Магистерская диссертация включает: оглавление, перечень условных обозначений и терминов, общую характеристику работы, введение, три главы основной части (обзор литературы; теоретический раздел; экспериментальный раздел), заключение, список использованной литературы и приложения. Структура и рекомендованный объём оформляются в соответствии с методическими материалами БГУИР.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность цифровизации приёмной кампании как социально и организационно критичного процесса: ошибки абитуриента в интерфейсе и сбои инфраструктуры приводят к рискам нарушения сроков, росту обращений и нагрузке на приёмную комиссию, а также подрывают доверие к прозрачности процедур. Показано, что в пиковые дни кампании качество UX становится напрямую зависимым от устойчивости и предсказуемости отклика сервиса.

В общей характеристике работы сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет, описаны применённые подходы к операционализации «эффективности взаимодействия» как совокупности результативности, затрат времени/усилий и удовлетворённости в заданном контексте использования (в логике ISO 9241-11). Указано, что работа посвящена модернизации АСПЗиЗ БГУИР как комплекса интерфейсных, архитектурно-инфраструктурных и алгоритмических решений с последующей экспериментальной проверкой эффекта по стандартизированным UX-метрикам и техническим KPI.

В первой главе выполнен обзор предметной области электронного приёма документов и особенностей АСПЗиЗ БГУИР как объекта исследования; рассмотрены теоретические основы UX/HCI и качества цифровых интерфейсов, требования доступности (включая WCAG), а также методы и метрики оценки эффективности взаимодействия (SUS, UMUX-Lite/UMUX-100, NASA-TLX, NPS и поведенческие показатели). Дополнительно обоснована роль производительности веб-интерфейсов (Core Web Vitals, tail-latency) и масштабирования хранилищ (Big Data, горизонтальное масштабирование и шардинг) для массовых сервисов приёмной кампании.

Во второй главе (теоретической) предложена руководящая идея модернизации через устранение технического долга и нормализацию инженерных практик (DevOps/CI-CD), как базу для устойчивых улучшений. Обоснованы архитектурные решения повышения производительности и масштабируемости, включая горизонтальное масштабирование и шардинг (выбор стратегии, ключа распределения и маршрутизации запросов). Рассмотрена алгоритмическая оптимизация конкурсного зачисления: формализация процедуры как задачи устойчивого распределения и внедрение модифицированного алгоритма Гейла–Шепли, обеспечивающего корректность, устойчивость результата и сокращение времени обработки (для внутренних контуров приёмной комиссии). Параллельно обоснованы UX-решения через

стандарты usability, TAM-модель, эвристики Нильсена и паттерны многошаговых форм (Stepper, progressive disclosure, мгновенная валидация). Отдельно описаны организационно-технические меры надёжности и безопасности (наблюдаемость, метрики управляемости, риск-ориентированный подход) и рассмотрены сценарии использования больших языковых моделей в контуре АСПЗиЗ.

В третьей главе (экспериментальной) описаны методика и дизайн исследования, принципы построения контрольной и экспериментальной групп, набор UX- и операционных метрик, а также технические показатели устойчивости/производительности, учитывающие пиковые нагрузки приёмной кампании. Экспериментальная программа включает серию вмешательств: мотивация изменений по baseline-данным, внедрение пошагового интерфейса, мгновенной валидации и улучшенного microcopy, а также меры повышения устойчивости и анализ влияния телеметрии/sidecar-компонентов. Представлены результаты сравнения «до/после», подтверждающие статистически и практически значимое улучшение ключевых показателей: рост SUS с 58,7 до 78,7; сокращение полного цикла с 52 до 24 минут; увеличение доли успешной подачи с первого раза с 62% до 87%; рост NPS с −48 до +33. Также показано достижение целевых требований по устойчивости ($p95 \leq 1{,}5$ с при более чем 2000 одновременных сессиях и снижение доли 5xx в пиковые дни) и подтверждение доступности критических экранов по WCAG 2.2 (уровень AA) в заявленном объёме проверки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации решена научно-практическая задача повышения эффективности взаимодействия пользователя с интерфейсами в процессе подачи документов в учреждения образования на примере АСПЗиЗ (Автоматизированной системы подачи заявлений и зачисления), включающей электронный кабинет абитуриента и функциональные модули приёмной комиссии.

Цель исследования достигнута. Разработан и экспериментально подтверждён комплекс согласованных интерфейсных, алгоритмических и системных решений, обеспечивающих измеримое улучшение показателей взаимодействия пользователей с цифровым сервисом подачи документов и повышение устойчивости работы АСПЗиЗ в условиях пиковых нагрузок приёмной кампании.

Тема диссертации раскрыта в полном объёме через корректную операционализацию “эффективности взаимодействия”. Эффективность взаимодействия трактована не как частное свойство визуального слоя, а как результат использования системы в контексте выполнения целевых задач, измеряемый совокупностью показателей результативности/успешности, затрат времени и ресурсов, а также субъективной удовлетворённости и нагрузки. Такой подход соответствует общепринятому определению удобства использования (usability) как достижения целей с effectiveness, efficiency and satisfaction в заданном контексте применения.

По результатам глубокой диагностики (E1) выявлены системные причины снижения эффективности взаимодействия, выраженные в высокой когнитивной нагрузке, высокой стоимости ошибок и недостаточной своевременности обратной связи, а также в деградации поведения пользователей в критические дни. Исходное состояние характеризовалось, в частности: SUS = 58,7; UMUX-100 = 53,3; средний NASA-TLX = 69,2; длительность ключевых сценариев (S1-S3) достигала 28/18/8 минут; доля ошибок валидации составляла порядка 25% как барьер завершения сценариев.

Разработаны и внедрены интерфейсные улучшения, направленные непосредственно на повышение эффективности взаимодействия (E2-E3):

— внедрён пошаговый интерфейс (Stepper UI) с индикацией прогресса и безопасным возвратом без потери данных;

— внедрены мгновенная валидация и контекстные пояснения (microcopy), обеспечивающие своевременную обратную связь и предотвращение ошибок на этапе их возникновения.

Эффективность предложенных интерфейсных решений подтверждена экспериментально и статистически обоснованно. Для критических сценариев обеспечено сопоставление A/B-групп A=590 и B=599 (n=1189), применены процедуры контроля смещений и методы статистической обработки для шкальных и поведенческих метрик; для отделения эффекта релизов от сезонности применялись подходы анализа временных рядов (ITS) и Difference-in-Differences (DiD).

Полученные количественные результаты демонстрируют практическую значимость и прямую привязку к теме исследования. В ходе внедрения и оценки комплекса решений зафиксированы:

— сокращение длительности полного цикла подачи с 52 до 24 минут (−54%);

— рост удобства использования (SUS) с 58,7 до 78,7;

— рост воспринимаемой эффективности (UMUX-100) с 53,3 до 71,3 (+33,8%);

— снижение когнитивной нагрузки (NASA-TLX) с 69,2 до 36,5;

— рост лояльности (NPS) с −48 до +33 (+81 п.п.);

— увеличение доли успешной подачи с первого раза с 62% до 87%;

— снижение общего количества обращений в поддержку на 58% (в т.ч. звонки −62%, e-mail −54%, личные визиты −71%).

Указанные эффекты подтверждают повышение эффективности взаимодействия как по “временной” составляющей (Time-on-Task), так и по результативности (Task Success Rate) и восприятию пользователем процесса.

Обоснована и доказана принципиальная необходимость модернизации на всех уровнях для внедрения UX/UI-улучшений без потери качества. В работе показано, что интерфейсные паттерны, повышающие управляемость сложных форм (пошаговость, мгновенная валидация, увеличение количества точек обратной связи), неизбежно увеличивают требования к скорости и надёжности прикладного контура: число взаимодействий, частота проверок и ожидание ответа системы становятся частью пользовательского опыта. Нарушение нефункциональных требований (время отклика, стабильность, ошибки 5xx) нивелирует UX-эффект и формирует недоверие к сервису. Это подтверждается ростом показателя прозрачности/доверия: TRUST_mean увеличился с 2,5 до 4,4 (+76%), что согласуется с ростом лояльности и снижением обращений в поддержку. Данное положение соответствует общепринятым представлениям HCI о критичности времени отклика для поддержания непрерывности выполнения задачи и управляемости диалога “пользователь-система”.

В рамках E4 реализован комплекс мер повышения устойчивости и производительности, обеспечивший воспроизводимость UX-улучшений в

пиковом режиме приёмной кампании. Нагрузочные испытания при 2000–2200 одновременных сессиях показали p95 1,28-1,45 с и p99 1,8-2,1 с без деградации конверсии; эксплуатационные IIS-логи в окне с 2023-06-15 по 2025-09-15 подтверждают достижение p95 ≤ 1,45 с и доли ошибок 5xx ≤ 0,6% в пиковые дни.

В пределах заявленного контура (критические экраны сценариев S1-S3) проведён аудит доступности по методике WCAG-EM; после корректировок контрольная проверка подтвердила выполнение применимых критериев WCAG 2.2 уровня A/AA для указанной области оценки.

Подтверждена тесная технологическая связь UX/UI и качества программно-технической реализации. В диссертации установлено, что качество взаимодействия определяется не изолированными “экранными” решениями, а свойствами всей социотехнической системы: архитектурой, алгоритмами обработки, механизмами валидации, организацией наблюдаемости и ресурсной обеспеченностью. В частности, показано влияние телеметрии и sidecar-компонентов на задержки и риски ошибок при ограниченном ресурсном бюджете, что требует управляемого компромисса между наблюдаемостью и производительностью в критические периоды.

Расширена область улучшений на внутренние пользовательские контуры (сотрудники приёмной комиссии). Внедрение модифицированного алгоритма Гэйла–Шепли позволило увеличить скорость зачисления с 120 секунд до 10 секунд, что напрямую повышает эффективность взаимодействия внутренних пользователей с функциональными модулями АСПЗиЗ и снижает операционные риски в период конкурсного зачисления.

Практическая значимость подтверждена эксплуатационным применением результатов в АСПЗиЗ. Разработанные решения доведены до уровня внедрения и сопровождения в период приёмной кампании (подготовка, развёртывание, обучение персонала, нагрузочное тестирование и поддержка), что фиксируется в рамках работ по модернизации и эксплуатации системы.

Ограничения и направления дальнейшей работы сформулированы. Требуют расширения: охват выборки пользователями, не завершившими сценарий (для повышения переносимости выводов); распространение аудита доступности на весь пользовательский периметр системы при внешней верификации; развитие целевой архитектуры наблюдаемости и инфраструктуры с учётом ресурсного бюджета и регламентов кампании.

Дополнительно оценена целесообразность внедрения LLM в контур поддержки пользователей: показано, что безопасная интеграция требует локального RAG-комплекса (кластер GPU), отсутствующего на момент 2025 года, а без него внедрение в текущих инфраструктурных условиях является экономически несоразмерным ожидаемому эффекту.

Итоговый вывод. Полученные результаты представляют собой цельный, взаимосвязанный комплекс интерфейсных и системных решений, направленный на повышение эффективности взаимодействия пользователей с интерфейсами процесса подачи документов. Реализованные улучшения доказали эффективность по UX-метрикам и поведенческим показателям, а их внедрение и устойчивое функционирование в условиях пиковых нагрузок обеспечены модернизацией прикладного, инфраструктурного и алгоритмического контуров.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1-А] Владымцев В.Д. Анализ пользовательского опыта абитуриентов при взаимодействии с системой подачи документов БГУИР: проблемы и перспективы развития / В.Д. Владымцев // Материалы 61-й научной конференции аспирантов,магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (Минск, 21–25 апреля 2025 года) / УО «БГУИР». – Минск : БГУИР, 2025. – С. 53 - 57.

[2-А] Альховик, Д. И. Big Data: проблемы и технологии / Д. И. Альховик, В. Д. Владымцев, А. Н. Марков // BIG DATA и анализ высокого уровня = BIG DATA and Advanced Analytics : сб. науч. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–18 мая 2023 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2023. – С. 201–204.

[3-А] Суровцев, А. И. Исследование пользовательского опыта при взаимодействии абитуриентов с электронным кабинетом автоматизированной системы подачи заявления и зачисления БГУИР / А. И. Суровцев, В. Д. Владымцев // Компьютерные системы и сети : сборник статей 60-й юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22–26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 524–527.

[4-А] Владымцев, В. Д. Внедрение автоматизированной тестирующей системы программного кода в учебный процесс УО «БГУИР» / В. Д. Владымцев ; науч. рук. Т. В. Казак // E.R.A – Современная наука: электроника, робототехника, автоматизация : материалы I Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 29 февр. 2024 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого [и др.] ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 54–56.

[5-А] Лаппо, К. С. Развертывание приложений с помощью технологий бессерверной архитектуры с применением облачной разработки = Application deployment using serverless architecture technologies using cloud development / Лаппо К. С., Владымцев В. Д. // Компьютерные системы и сети : сборник статей 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2023. – С. 362–364.

[6-А] Владымцев, В. Д. Оптимизация зачисления в учреждения образования при работе с большими данными на примере автоматизированной системы подачи заявлений и зачисления БГУИР = Optimization of enrollment in

educational institutions when working with big data using the example of the automated application and enrollment system of BSUIR / В. Д. Владымцев, Д. Э. Могилевец // Компьютерные системы и сети : материалы 61-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22–26 апреля 2025 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2025. – С. 455–460.

[7-А] Владымцев, В. Д. Методы защиты информационных систем, использующих Large Language Models / В. Д. Владымцев // IV Международный форум IT-Академграда «Искусственный интеллект в Беларуси» : доклады, Минск, 13–14 октября 2025 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2025. – С. 91–99.

[8-А] Владымцев, В. Д. LLM в информационных системах: систематизация рисков и контрмер / В. Д. Владымцев, В. К. Бахмат, Е. В. Крячев // IV Международный форум IT-Академграда «Искусственный интеллект в Беларуси» : доклады, Минск, 13–14 октября 2025 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2025. – С. 100–108.